

1771	La 1ª Revolución Industrial
1829	Lanzadera volante (textil)
1769	Motor de vapor
1771	1ª Fabrica hilandería
1875	Latas de Conservas
1829	2ª Revolución Industrial
1875	Era de vapor y ferrocarriles
1829	Locomotora
1821	Barcos de vapor
1839	Caucho Vulcanizado (1843)
1838	Telégrafo
1846	Anestesia
1849	Hormigón
1855	Convertidor de Bessemer
1875	Acero
1856	Colorante sintético
1860	Carretera asfaltada
1860	Plásticos
1860	Pasteurización
1865	Prensa rotativa
1866	Dinamita
1867	Aluminio
1875	Era de acero, electricidad e ingeniería pesada
1908	Motor de combustión interna (1885)
1876	Teléfono
1881	Vacunas
1882	Central eléctrica
1882	Bombilla (Edison)
1895	Rayón
1897	Rayos X
1901	Radio
1903	Avión
1908	Era de producción en mas, petróleo y automóvil
1971	1ª Fabrica de Ford
1908	División del trabajo (Taylorismo)
1911	Gasolina craqueada
1913	Antibióticos
1928	Televisión
1935	Microondas
1947	Transistor
1948	Ordenador
1949	Tetra brick (1963)
1951	ADN (1972)
1953	Fibra óptica (1970)
1955	Microchip (1968)
1958	Internet
1958	Bases nano tecnología
1959	Era de informática y telecomunicaciones
1971	Micro-procesador
2009	Robot industrial
1971	Ordenador PC
1973	Space Shuttle
1976	Windows
1981	1º Trasplante células madre
1985	Nanotubos de carbono
1988	GPS
1991	Grafeno
1993	
2004	

Joost Heijs, Gabriel Marques Moles,
Mª Covadonga De La Iglesia Villasol

El impacto de las innovaciones de producto y de proceso sobre el empleo industrial

Documento de trabajo Nº 97. 2015

EL IMPACTO DE LAS INNOVACIONES DE PRODUCTO Y DE PROCESO SOBRE EL EMPLEO INDUSTRIAL

**JOOST HEIJES, GABRIEL MARQUES MOLES,
M^a COVADONGA DE LA IGLESIA VILLASOL**

Instituto de Análisis Industrial y Financiero
Universidad Complutense Madrid

RESUMEN

Este trabajo pretende analizar de forma empírica los efectos de la introducción de innovaciones de proceso y de producto sobre el empleo a nivel de empresa mediante el uso de datos provenientes de la Encuesta de Estrategias Empresariales referidos al periodo 1998-2010. De este modo, se podrá contrastar cual es la relación existente entre ambas figuras, lo que permitirá aportar evidencia en el caso del sector manufacturero español. Para efectuar dicho análisis, se va a seguir la metodología utilizada por Lachenmaier y Rottmann (2006), los cuales usan variables *dummy* de innovación en la formulación de la ecuación de demanda de trabajo a nivel de empresa. Además, se van a incorporar otros datos de la encuesta para enriquecer el análisis: por ejemplo, se van a introducir variables que referidas a la situación del mercado en el que compite la empresa y a la evolución de su cuota de mercado. Las estimaciones efectuadas permiten llegar a la siguiente conclusión: las empresas que desarrollan más innovaciones de proceso y/o innovaciones de producto tienden a experimentar mayores aumentos en sus tasas de variación del empleo.

PALABRAS CLAVE

Empleo, innovación, panel de datos, demanda de empleo.

ABSTRACT

This study is aimed at the empirical analysis of the effects of product and process innovations on employment at the firm level by means of data from the Encuesta de Estrategias Empresariales, which covers years from 1998 to 2010. Thus, the relationship between both topics will be tested, so that it will be possible to provide evidence regarding Spanish manufacturing sector. In order to do so, the methodology used by Lachenmaier and Rottmann (2006) is going to be followed, which consist of the establishment of dummy variables related to innovation when it comes to formulate the employment demand equation at a firm level. Furthermore, additional data from the survey is going to be used in order to improve the assessment, such as the situation of the market in which the firm competes and the evolution of its market share. Estimations carried out enables us to come to the following conclusion: the more that firms develop process and/or product innovations, the more their employment growth rate increases.

KEYWORDS

Employment, innovation, panel data, labour demand.

Tecnología: Conjunto de conocimientos que reduce el número de trabajadores ... y de dueños.

(G. K. Chesterton English Writer Poet
and (religious) Philosopher 1874-1936)



1. Introducción¹

Se considera que la innovación constituye uno de los factores clave para potenciar el crecimiento de un país², además de ser muy tenida en cuenta en el diseño de políticas micro y de estímulo de empleo por parte de los gobernantes. Sin embargo, los efectos de la innovación a nivel de empresa se han venido estudiando de forma relativamente reciente en el tiempo, lo que dota a la temática en cuestión de una gran relevancia. Este trabajo, con el fin de aportar evidencia empírica sobre este hecho, va a exponer el desarrollo de un análisis sobre un panel de datos comprendido entre los años 1998 y 2010, el cual se ha nutrido de la Encuesta sobre Estrategias Empresariales³. Siguiendo con los dictámenes de la literatura relativa a este tema, se va a aprovechar la información aportada por la ya mencionada encuesta en cuanto a la distinción entre innovaciones de proceso y de producto, cuyas consecuencias sobre el empleo se presume que resultan diferentes. Concretamente, se va a seguir el modelo presentado por Lachenmaier y Rottmann (2006), quienes plantean una función de demanda de trabajo a nivel de empresa utilizando variables referidas a las innovaciones de producto y de proceso como variables *proxy*. De este modo, el análisis realizado, el cual goza de relevancia por el hecho de evaluar años muy cercanos al momento actual, arroja resultados como la importancia de las innovaciones de proceso como factor que influye en la tasa de crecimiento del empleo a nivel de empresa.

El resto del documento se organiza de la siguiente manera. En el apartado 2 se describe la forma en que la literatura económica explica los vínculos que relacionan la innovación con el empleo. En el apartado 3 se hace una revisión de la literatura empírica y se exponen los diferentes resultados de los modelos econométricos elaborados. La sección 4 ofrece los resultados econométricos de nuestro propio modelo. El 4.1 da a conocer el enfoque metodológico que se ha seguido para elaborar el análisis, mientras que la sección 4.2 muestra una descripción breve acerca de los datos utilizados y el 4.3 ofrece los resultados de los modelos estimados. Por último, el apartado 5 corresponde a la exposición de las conclusiones.

¹ Los resultados presentados son una adaptación y ampliación del modelo desarrollado por Marquès en el Trabajo Final de Master del 2013, bajo la dirección de Joost Heijs e Covadonga de la Iglesia.

² Véase, por ejemplo, Solow (1956) y, más recientemente, Pérez (2002).

³ De ahora en adelante, ESEE. Detalles sobre el diseño, el balance o consideraciones metodológicas de la encuesta pueden encontrarse en la página web de la Fundación SEPI: <http://www.fundacionsepi.es/esee/sp/spresentacion.asp>.

2.- La relación entre innovación y empleo desde un enfoque teórico

2.1.- Una visión histórica del impacto de la innovación sobre el empleo

No cabe duda que en términos históricos la industrialización –siendo un proceso de innovación de proceso- ha generado en los países más avanzados un aumento importante de la productividad y por ende ha permitido en estos países un el nivel de vida antes impensable. Pero este aumento de productividad conlleva de forma ineludible un efecto negativo sobre la cantidad de empleo en los sectores donde lo aplican estas innovaciones de proceso. Como indica Chesterton: ***“La tecnología es el conjunto de conocimientos que reduce el número de trabajadores y de dueños”***⁴. Es decir, no solo se han visto disminuyendo el empleo sino se ha podido observar la concentración de la producción en grandes empresas multinacionales con cada vez menos empresas medianas o pequeñas.

Respecto a la pérdida de empleo generado por la innovación la literatura detallan dos ejemplos muy interesantes y clarificadores, basado en estimaciones globales a largo plazo, que dejan muy claro la pérdida del empleo debido a la innovación⁵. El primero de ellos es el aumento de la productividad -y pérdida de empleo- debido a la mecanización de la producción de algodón (véase tabla 1)⁶. En el siglo XVIII, antes de la revolución industrial, un hilandero manual indio necesitaba 50.000 horas operativas para procesar 100 libras de algodón pero la introducción de la primera máquina industrial “Crompton” (que se manejaba manualmente) la necesidad de empleo para producir esta misma cantidad se rebajó hasta 2000 horas. Es decir, a base de una semana laboral estandarizado (equivalente a 40 horas) una fábrica podría despedir 1200 de los 1250 empleados quedándose con solo 50 de ellos. Además, con las máquinas más eficientes al final del siglo XX una sola persona consigue producir lo mismo que 1250 empleados antes de la revolución industrial. Es decir, la mecanización o la industrialización -que al final no es otra cosa que la innovación de proceso- ha generado una pérdida de empleo enorme. Tal mecanización del trabajo no solo se aplica al sector industrial sino también se ha observado en el sector agrícola. A pesar del hecho que la tierra que se usa es en general de una calidad cada vez peor, la innovación consigue aumentar la productividad y la producción una tendencia denominada la Revolución Verde. En este caso no es fácil de aislar el efecto de la mecanización de los otros innovaciones de proceso y

⁴ G. K. Chesterton English Writer Poet and (religious) Philosopher (1874-1936)

⁵ Dos ejemplos más recientes nos ofrece el trabajo del “fotógrafo profesional”. El primero es lo que Fontcuberta (2011) describe como el *síndrome de Hong Kong*, donde la fotografía “profesional” queda en manos de un colectivo de repartidores de pizza: *“La decisión empresarial era sensata: es más fácil enseñar a hacer fotos a los ágiles y escurridizos “pizzeros” que lograr que los fotógrafos profesionales sean capaces de sortear los infernales atascos de Hong Kong y consigan llegar a tiempo a la noticia. Es decir, más vale una imagen defectuosa tomada por un aficionado que se publica de forma instantánea que una imagen teóricamente magnífica pero inexistente”*. (Fontcuberta, Joan, 2011). El segundo ejemplo se refiere al periódico Chicago Sun-Times que en 2013 ha despedido toda su plantilla de 28 fotógrafos (entre ellos un ganador de un premio Pulitzer de fotografía) y la razón no es otra que el iPhone. En vez de fotos hechas por fotógrafos profesionales con cámaras profesionales serán los propios reporteros del periódico mediante iPhones con un entrenamiento obligatorio en técnicas fotográficas básicas con el smartphone de Apple. El objetivo según el periódico es dar más inmediatez a las imágenes y aumentar la presencia de vídeos en las ediciones online. (Información recogida del texto en <http://es.gizmodo.com/un-periodico-cambia-a-todosus-fotografos-por-reporter-510910796/>). (Ambos ejemplos se ha tomado de Vergara 2013)

⁶ John Kay (1704-1780) inventor del “flying shuttle” usado para tejer algodón –y quizás el invento más importante para lanzar la revolución industrial- no ha sido premiado por su artificio. Al contrario, los trabajadores (“machine breakers”) de la época destruyeron su casa por miedo que el invento les hiciera perder su trabajo. Debido a que no podría comercializar su propio invento en Inglaterra John Kay huyó a Francia donde trabajó para el sector de textil francés y se murió relativamente pobre. ([http://en.wikipedia.org/wiki/John_Kay_\(flying_shuttle\)](http://en.wikipedia.org/wiki/John_Kay_(flying_shuttle))).

de producto⁷ pero según las estimaciones de la UNESCO (2005) se requería alrededor del 1900 una hectárea de tierra y un año de trabajo para alimentar a dos persona y en 2005 la misma hectárea alimentaba a 20 personas a base de un día de trabajo. Es decir⁸, un trabajador que trabaja en una explotación agrícola moderna actual produce lo mismo que se obtenía hace 100 años con 3.000 trabajadores.

Tabla 1.- Impacto de la revolución industrial como innovación de proceso, Productividad Laboral sobre el Algodón: (Horas operativas para procesar 100 libras de algodón)			
	Horas	Trabajadores necesarios (a base de 40 horas semanales) ⁹	Productividad (Y/L) en números índices
Hilander manual Indio (S.18)	50.000	1250	1
Máquina Crompton (1780)	2.000	50	25
Máquina 100-Husos (1790)	1.000	25	50
Máquina nutrida por energía (1795)	300	7,5	167
Máquina Automática (Roberts, 1825)	135	3,4	370
Máquina de mayor eficiencia (1990)	40	1	1250

Fuente: Elaboración propia a base de Jenkins 1994

Se puede subrayar que la innovación y la correspondiente contracción de empleo ha permitido una reducción de la jornada laboral y por lo tanto ha sido un mecanismo de la creación de riqueza, tiempo libre y ocio. El aumento de productividad ha permitido en la mayoría de los países disminuir las horas trabajadas. Por lo que los trabajadores tienen mucho tiempo libre tanto durante el periodo laboral (fines de semana o por la tarde/noche) como mediante los periodos vacacionales de varias semanas al año. Lo que conlleva la generación de un nuevo sector, “el ocio”, con la creación del empleo correspondiente.

2.2.- La Obsolescencia Programada como mecanismo de creación de empleo

Un mecanismo –poco debatido en la literatura- con un efecto colateral pero importante en forma de creación de empleo (o, más bien, que origina el mantenimiento del empleo existente) es la estrategia empresarial conocido como obsolescencia programada. Esta estrategia se basa en la “sociedad del consumo” donde de forma premeditada el fabricante o las empresas diseñan los productos (o servicios) de tal forma que se acorta deliberadamente su vida útil, asegurándose que el producto se torne obsoleto en términos técnicos, de utilidad o a base de marketing (Véase el recuadro 1). El objetivo empresarial es mantener la demanda en el mercado vendiendo el mismo producto (o uno muy similar) varias veces. Es decir, las empresas aseguran unas ventas futuras diseñado sus productos de tal forma que su ciclo de vida sea muy corta bien porque se estropean fácilmente o bien porque se quedan tecnológicamente obsoleto o anticuado. Aunque el objetivo

⁷ Además del uso de maquinaria (industrialización o mecanización de la agricultura) la productividad ha sido beneficiado también por las fertilizantes, las nuevas variedades de semillas, plantas y productos (Innovación de producto y de proceso como la biotecnología), nuevos materiales (plásticos para invernaderos) y las nuevas formas de usar la tierra (Innovación de organización).

⁸ A base de un cálculo conservador suponiendo que un año de trabajo en el 1900 serían unos 300 días -librándose los domingos y algún día más. Aunque posiblemente la mayoría de la gente trabajaban mucho más que estos 300 días.

⁹ Los datos de Jenkins (1994) se limita a la primera columna. Se han supuesto una semana laboral equivalente (SLE) de 40 horas para estandarizar los resultados en términos de ganancia de productividad o pérdida de empleo. Aunque tal SLE es un supuesto poco realista porque la semana laboral de hace unos 200 años fue, por supuesto, mucho más amplia.

empresarial es vender y tener beneficios, esta estrategia tiene dos efectos colaterales. Por un lado, esta estrategia genera –muy a menudo– unos residuos pocos salubres y la sobreexplotación de las materias primas y otros recursos naturales escasos. Otra consecuencia directa de esta estrategia, y de lo que se trata en este capítulo, es su efecto positivo sobre la sustentación del empleo.

Recuadro 1.- obsolescencia programada¹⁰

Se puede distinguir tres formas de obsolescencia programada. La primera sería la **obsolescencia técnica o en prestaciones** que se basa en retener de forma deliberada la inclusión de nuevas prestaciones ya técnicamente disponibles¹¹ para incluirlas posteriormente. Al dosificar de esta forma el progreso tecnológico se deja obsoleto las versiones anteriores manteniendo las ventas.

Muchas veces se trata de innovaciones incrementales como el aumento de capacidad (digitalización), la disminución del tamaño, la rebaja de requerimientos energéticos o la rapidez (Comunicación en tiempo real). Con cierta frecuencia estas mejoras aportan poco valor añadido pero aquí pueden interactuar con la segunda forma de obsolescencia: la **obsolescencia estética (marketing y/o moda)** que se trata de alteración de características superficiales del producto para crear un modelo “nuevo” sin apenas cambios en la calidad o prestaciones técnicas. En realidad se trata de crear la obsolescencia cultural o social (marketing) donde se juega con el “Estatus” de las personas que quieren estar en “lo último”. El ejemplo más conocido es la moda que ya no solo se aplica a la ropa sino también a un sinnúmero de productos como el teléfono móvil, ordenadores, “tabletas”, relojes, equipos de música etc....

Una tercera estrategia se basa en la **Obsolescencia funcional**. En este caso se diseñan productos que dejan de funcionar y/o se estropean según previsto, es decir, las empresas ponen deliberadamente una fecha de caducidad a sus productos. Por ejemplo muchas impresoras baratas tienen o tenían un chip que daban el orden de no poder imprimir más una vez llegado a un número de páginas imprimidas. Otro ejemplo es la vida funcional de muchos electrodomésticos (como frigoríficos, televisores, cadenas de música etc....) cuya duración de vida ha sido recortado de forma deliberada. El ejemplo más claro y más recogido en la literatura es el cartel de los fabricantes de bombillas que redujeron deliberadamente la vida útil de una bombilla desde 2.500 horas en 1924 hasta unos 1.000 en 1933¹².

2.3.- La visión neoclásica del impacto de la innovación sobre el empleo

2.3.1.- Desplazamiento de empleo y los mecanismos de compensación: una visión global

La relación entre tecnología y empleo constituye un tema de estudio que, aun llevando varios años ampliamente investigado, sigue avivando fuertes debates¹³. Si bien el impacto de la innovación y el gasto en I+D **sobre la productividad** se suponen inequívocamente positivo¹⁴, la evaluación de los posibles efectos del cambio tecnológico **sobre el empleo** conlleva un mayor grado de controversia debida a que la innovación presenta efectos tanto negativos como positivos sobre el empleo. La teoría neoclásica ofrece una visión muy optimista respecto al impacto de la innovación basándose en los típicos supuestos neoclásicos –pocas realistas–.

¹⁰ Véase el [documental de sobre la Obsolescencia Programada](http://www.rtve.es/alacarta/videos/el-documental/documental-) <http://www.rtve.es/alacarta/videos/el-documental/documental->

¹¹ Como, por ejemplo, las nuevas versiones de programas informáticos (Windows, Videojuegos etc...) y los nuevos modelos “mejorados” del teléfono móvil.

¹² En 1924 los productores más importantes de las bombillas de luz acuerdan de forma deliberada de limitar la vida útil de las bombillas de unos 2.500 horas a menos de 1000 horas e incluso obligan a otros o nuevos productores de hacer lo mismo. El objetivo es mantener o aumentar las ventas y por subsiguiente los beneficios Véase <http://spectrum.ieee.org/geek-life/history/the-great-lightbulb-conspiracy>.

¹³ Una exposición cronológica acerca de la evolución experimentada por esta rama de la literatura económica puede encontrarse en Pianta y Vivarelli (2000).

¹⁴ Por ejemplo, Hall y Mairesse (1995).

Según esta teoría, dichos efectos se coordinan en el tiempo y acaban desembocando automáticamente en un proceso de creación de puestos de trabajo¹⁵. Los neoclásicos reconocen dos efectos contradictorios sobre el empleo: el efecto de desplazamiento y de compensación. El primero de ellos se refiere a la reducción de las necesidades de input (empleo) por cada unidad de output (aumentando la productividad), de esta forma se estaría destruyendo empleo (efecto de desplazamiento o destrucción de empleo). Paralelamente, el aumento de la eficiencia del trabajo (y de los otros factores) causaría una reducción en el coste de producción unitario que mediante diversos mecanismos de compensación podría lugar a un incremento de la demanda y de empleo. En el mercado perfecto (economía neoclásica) los diversos mecanismos de compensación (véase tabla 2 y grafico 1) implican que la pérdida de empleo inicial debido a innovaciones de proceso o de producto se ven compensado con la creación de nuevos empleos. Los distintos mecanismos de compensación (MDC) distinguen entre la innovación de proceso y de producto. Las MDCs de proceso implica ganancias en eficiencia y ahorro de costes (mediante el ahorro en trabajo o capital) y en la consistencia de la fiabilidad y calidad de los productos. Por lo que implica una pérdida directa en empleo. Aunque a largo plazo los mecanismos de compensación aseguran que –de forma indirecta- la innovación de proceso también genera empleo. La innovación radical a base del desarrollo de un nuevo producto implica la creación de empleo sobre todo si origina el surgimiento de un nuevo sector. Además las innovaciones de producto generan aplicaciones novedosas a partir de tecnologías existentes y/o nuevos mercados para tecnologías existentes.

Tabla 2.- Los mecanismos de compensación neoclásicos

Mecanismo basado en innovación de producto	
MDC 1.-	Creación de una nueva actividad o sector; Los “nuevos productos” generan nuevos sectores productivos
Mecanismos basados en innovación de proceso	
MDC 2.-	Creación del sector de bienes de equipo y maquinaria : El sector de bienes de capital (sector maquinaria y servicios de mantenimiento y formación)
MDC 3.-	La bajada de precios genera un aumento de la demanda
MDC 4.-	El aumento de los salarios (ingresos) de trabajadores (debido a más productividad) genera más poder de compra y aumenta la demanda
MDC 5.-	Los beneficios extraordinarios permiten realizar nuevas inversiones
MDC 6.-	La bajada de los salarios (debido al desempleo) implica una renovación del interés en tecnologías intensivas en trabajo

El objetivo de esta introducción no es el análisis de la validez de cada uno de estos mecanismos de compensación¹⁶ sino una descripción breve del funcionamiento de cada uno de los mecanismos

2.3.2.- Innovación de producto y sus mecanismos de compensación (MDC 1)

La penetración de un producto nuevo o mejorado en el mercado conlleva un efecto compensación que tiene lugar al producirse un crecimiento en la demanda estos nuevos bienes y servicios

¹⁵ Antonucci y Pianta (2002).

¹⁶ Para una revisión véase Pianta (2005), Vivarelli (2012/2014) o, en Español, véase Heijs 2009

estimulando así la demanda de empleo por parte de la empresa¹⁷. El impacto sobre el empleo de las innovaciones de cada uno de los productos divergen mucho debido a que el gran nivel de heterogeneidad entre ellos. Primero por las características propias del producto. Por ejemplo, la introducción del coche ha tenido un efecto mucho mayor sobre el empleo¹⁸ que la penetración de los ordenadores personales y/o el desarrollo de un nuevo medicamento. Por otro lado, no es lo mismo un nuevo producto que sustituye un producto existente. Según Schumpeter el desarrollo es un proceso de «mutación industrial que revoluciona incesantemente la estructura económica desde dentro, destruyendo ininterrumpidamente lo antiguo y creando continuamente elementos nuevos». Es un proceso de destrucción creativa: donde las innovaciones dejan obsoleto (sustituyen) bienes existentes. En este caso la creación de empleo en nuevos productos va aparejado con la destrucción de empleo en los productos obsoletos y/o sustituidos –el efecto de sustitución– y el impacto neto en términos de puestos de trabajo no está claro (Katsoulacos, 1986; Pianti, 2000).

El efecto neto sobre el empleo también depende de la “radicalidad” de la innovación. El efecto sobre el empleo de la innovación incremental de productos resulta escaso ya que se trata de un proceso de la sustitución continua de un producto existente con a menudo sin impacto o un efecto marginal sobre la productividad. Aunque estas innovaciones podrían mantener el nivel de empleo como se ha observado en caso de la Obsolescencia Programada. Por otro lado, las innovaciones radicales –sobre todo si son innovaciones claves para todos los sectores productivos– pueden tener un impacto positivo sobre empleo importante abaratando los costes de producción.

El efecto final de la innovación de producto sobre de empleo depende de los “innovaciones de proceso” subyacentes. Si el proceso de la producción del nuevo producto es menos intensivo en trabajo que el producto sustituido se causará una pérdida de empleo. Si el nuevo producto es muy intensivo en trabajo se generará un efecto opuesto. Como último se puede destacar la existencia de efectos ocultos o no detectables. Muchas de las innovaciones de producto (incluido la obsolescencia programa) evitarían la pérdida de empleo aunque en las estadísticas oficiales no se reflejaría esta forma de “creación” o más bien el mantenimiento del empleo.

2.3.3.- Innovación de proceso y sus mecanismos de compensación

- **MDC 2.- El sector de maquinaria (producción, distribución y mantenimiento)**

La mecanización inicial y la automatización –e incluso el propio proceso de innovación– han generado nuevos sectores con su empleo correspondiente como el sector de I+D e innovación y servicios tecnológicos y el sector de maquinaria y equipamiento (MEQ). Además del empleo para la producción de MEQ, este sector ha originado una amplia actividad económica relacionada con su comercialización y mantenimiento como el sector de distribución, servicio técnico post venta, la formación o el mantenimiento de maquinaria y equipos. Aunque es verdad que la creación de nuevas máquinas generan empleo al mismo tiempo expulsa empleo en los sectores que utilizan las máquinas y no cabe duda que la inversión en máquinas solo sea rentable si el ahorro de empleo sea mayor que la creación de empleo (Vivarelli, 2012). Por otro lado, la introducción de nuevas máquinas puede deberse a una ampliación (Formación Bruto de Capital) o a la sustitución de

¹⁷ Lucchese y Pianta (2012).

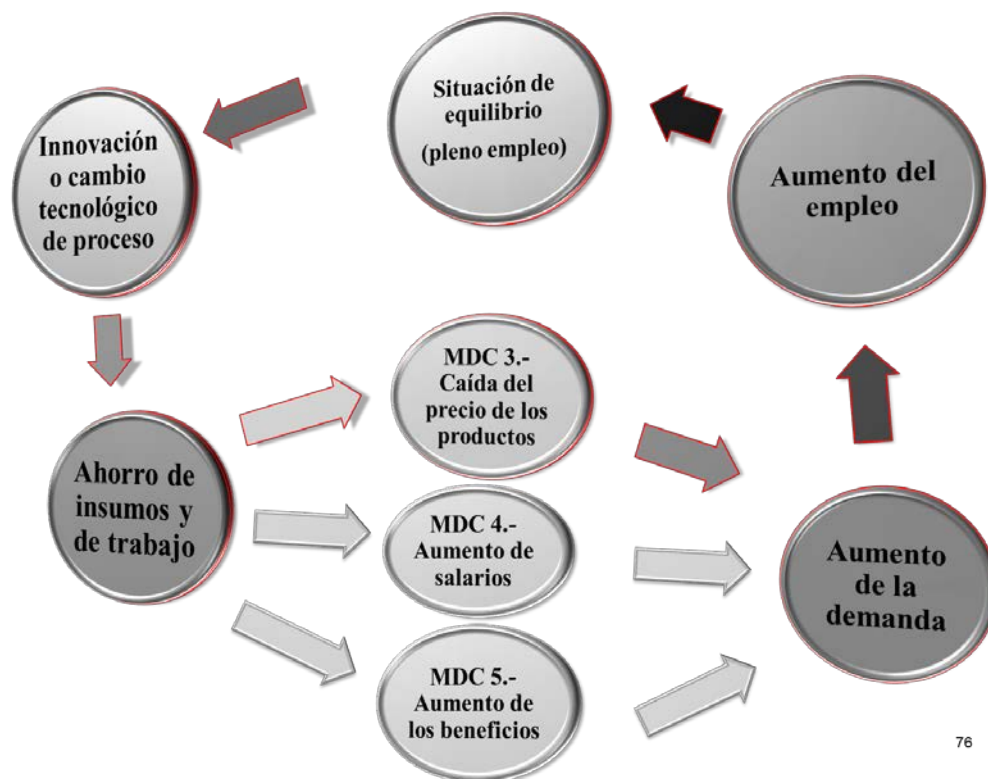
¹⁸ El efecto de arrastre sobre la popularización del coche ha originado –además de las propias fábricas de coches– muchos sectores y/o actividades nuevos como: construcción carreteras e infraestructuras, empresas de transporte y taxis, seguros de coches, talleres de revisión y reparación, puntos de ventas y comercialización, servicios de publicidad, deporte relacionados con el automóvil, revistas especializadas etc...

máquinas obsoletas –siendo este último lo más frecuente-. El impacto en términos de empleo de ambos casos es muy diferente. En el caso de sustituir las máquinas obsoletas no existe ningún efecto de compensación (Vivarelli, 2012; Freeman, Clark and Soete, 1982) y, de hecho, muchas veces la nueva maquinaria requiere menos mano de obra por lo que se pierden puestos de trabajo.

MDC 3 a 5.- Mecanismos indirectos que aumentan al demanda

El efecto directo de las tecnologías que ahorran trabajo es el descenso de la demanda agregada debido a la pérdida de poder de compra de los trabajadores despedidos pero la teoría neoclásica distingue ciertos mecanismos de compensación (véase gráfico 1) basado en un aumento de la inversión y/o demanda. Es decir, existen efectos indirectos sobre el empleo que deberían neutralizar o superar a medio/largo plazo la pérdida inicial de la demanda (Malthus, 1964, Vol. II; pp551-60; Sismondi, 1971, P. 284; Mill, 1976, P.97). El aumento de la productividad y reducción de los costes pueden tener tres efectos indirectos.

Gráfico 1.- El proceso económica detrás de algunos Mecanismos de Compensación



El primero de ellos (indicado como el MDC 3) se basa en el hecho que la mayor eficiencia o productividad reducen los costes que se traduce en una reducción de los precios que a su vez aumentaría la demanda y por ende generaría de nuevo empleo (efecto compensación). Otro mecanismo parecido (MDC 4) implica que la mayor productividad se traslada a un aumento de los salarios de los trabajadores lo que a su vez aumentaría su demanda que originaría de nuevo un mayor nivel de empleo. En ambos casos se supone que la mayor demanda implica una ampliación del sistema productivo mediante mayores inversiones. Este último se relaciona también con otro

mecanismo de compensación detallado por la teórica neo-clásica. En este tercer caso las ganancias en productividad se traslade a mayores niveles de beneficios por parte de las empresas les permite invertir más creando así puestos de trabajo (MDC 5). La traslación tardía de la disminución de costes (hacia una bajada de precios o aumento de salarios) genera beneficios temporales extraordinarios que a su vez –en un mercado perfecto en términos neoclásicos- genera nuevas inversiones que compensaría parcialmente la pérdida de empleo. Este quinto MDC se basa en la idea neoclásica de que los beneficios se dedican a nuevas inversiones.

Los tres MDC aquí comentados se basa en la generación de nuevas inversiones pero esto no es un mecanismo automático y depende de las oportunidades y expectativas en el mercado y de las decisiones personales de los empresarios. Además, aunque todos los beneficios extraordinarios se destinan a nuevas inversiones el efecto final sobre el empleo depende de la orientación de estas inversiones. Si estarían orientados hacia actividades intensivos en capital o innovación de procesos se reducirá aún más el empleo. Solo en el caso de orientarlas hacía tecnologías intensivas en trabajo o hacia nuevos productos podría implicar –aunque no necesariamente- un aumento del empleo.

Cabe mencionar que la teoría neoclásica sugiere que los efectos compensación superen a los efectos desplazamiento, de manera que las innovaciones (tanto de producto como de proceso) tengan consecuencias positivas sobre el empleo. No obstante, un amplio conjunto de factores determinarán la magnitud del efecto de las innovaciones sobre el empleo (Pianta, 2005).

- **La elasticidad renta-precio** que a su vez depende el PIB per cápita, la situación económica, tipo de bienes (Pej. bienes inferiores versus bienes de lujo)
- **El tipo de innovación** (producto/proceso; radical/incremental; clave/marginal; intensivo en trabajo versus capital)
- **El contexto institucional** (Nivel de desempleo; poder de sindicatos; marco legal etc...)
- **La reacción de agentes (empresarios y trabajadores)** Su resistencia y/o aceptación depende a su vez de los impactos potenciales
- **El mercado y/o nivel de competitividad** (mercado perfecto, Monopolio/oligopolio, existencia de productos sustitutivos)
- **El tipo de país se especialización sectorial y/o nivel tecnológico.**

En un mundo perfectamente competitivo la oferta genera su propia demanda (Ley de Say) y el cambio tecnológico toma parte en este proceso de auto-ajuste (Vivarelli, 2007) pero los tres mecanismos basado en la demanda e inversiones (MDC 3 a 5) que –según los supuestos de la teoría neoclásica sobre el mercado y la competitividad perfecta- deberían funcionar de forma automática entran en conflicto con la realidad económica donde su funcionamiento es muy limitado. Por ejemplo, Muchos nuevos productos compiten para una cuota del mercado cuya demanda es estable y está saturado (Pej. refrescos nuevos, moda, coches) donde una reducción de precios no genera un aumento la demanda total y por ello del empleo. Igualmente la introducción de nuevos productos en un mercado saturado solo puede realizarse a base de disminuir la cuota del mercado de otros productos por lo que de nuevo el efecto sobre el empleo queda entredicho En estos casos el desempleo generado por la innovación de proceso deja de ser un problema temporal y se convierte en un problema real y a largo plazo. Consecuentemente, se puede afirmar que llevar a cabo estimaciones precisas resulta notablemente complicado. Además, la dificultad del análisis aumenta al establecer el estudio a nivel de empresa, entidad básica donde tiene lugar el mecanismo de variación en el empleo.

3.- Revisión de la evidencia empírica respecto al empleo versus innovación

Los mecanismos de compensación mencionados han sido desarrollados a partir de la teoría neoclásica (modelos de equilibrio o equilibrio parcial) pero la discusión puramente abstracta y teórica casi ideológica se debe acompañar con estudios empíricos que apenas existen (Vivarelli, 2012) y que, debido al gran número de factores que influyen sobre la demanda del empleo, abordan muchos problemas metodológicos y prácticos. Primero porque resulta difícil o imposible aislar el efecto del progreso tecnológico de los otros aspectos que influyen sobre la demanda del empleo (Coyuntura cíclica; liberalización del comercio internacional, configuración institucional del mercado de trabajo; reducción de la jornada laboral, etc...). Segundo, los resultados empíricos analizan el efecto general de la innovación sobre el empleo pero –hasta que podemos comprobarlo– no existen estudios empíricos que comprueban el funcionamiento real de los “mecanismos de compensación” ya que la relación empleo - innovación es mucho más compleja que la “realidad clínica y abstracta” propuesta por los neoclásicos (Vivarelli, 2007). De hecho los efectos empíricamente contrastados son muy distintos según el nivel de análisis (micro, sectorial o macro) ya que la creación de empleo detectado en un país o sector puede implicar la destrucción en otros países o sectores. Gran parte de los estudios analizan un solo producto o sector y no explican si las ganancias de empleo se obtienen a costes de los competidores o la sustitución de productos existentes (maduros), lo que impide saber el efecto neto sobre el empleo industrial, lo que sesgaría seriamente las conclusiones (Pianti, 2005, P. 576). Cabe destacar que la mayoría de los estudios analizan países desarrollados de salarios altos y no analizan los cambios estructurales, ni tampoco recogen en sus conclusiones la deslocalización de la producción intensiva en empleo hacia países de salarios bajos. Por todo ello, los resultados de los estudios empíricos son pocos concluyentes. Ni a nivel teórico ni en los estudios empíricos existe un acuerdo mínimo sobre los posibles efectos finales (Vivarelli, 2007, 2012). Los estudios empíricos indican en general que la innovación en productos genera empleo mientras que la innovación en proceso destruye empleo (Tether, 2005; Vivarelli, 2007, 2012). Pero al mismo momento los estudios a nivel micro indican que ambos tipos de innovación –producto y proceso– crean por sí mismo empleo. Existe un acuerdo implícito, que el progreso tecnológico crea bienestar pero la destrucción del empleo se oculta detrás de la evolución de la población, la redistribución del empleo (reducción de la jornada laboral y trabajo a tiempo parcial) o de relocalización sectorial o geográfica.

Como indicado, se puede analizar el efecto de la innovación a distintos nivel como el nivel micro (Empresas), Meso (Sector) o en un ámbito geográfico o nivel macro (países, regiones o mundial). De hecho los resultados de los distintos niveles de análisis son complementarios. En este trabajo se realizan un análisis a nivel micro utilizando datos a nivel empresarial. La ventaja de los análisis micro es que se dispone muchos datos concretos de innovación y empleo en cada empresa con información muy concisos sobre el tipo o índole de la actividad innovador. Además los datos permiten corregir por efectos sectoriales y por las variables estructurales de la empresa (como su tamaño, nivel de internacionalización, sector, situación financiera etc...). Pero como desventajas se puede destacar que no permite analizar los efectos sobre otros agentes, el sector o país en su conjunto (como las relaciones intersectoriales y la dinámica agregada). Los datos a nivel de empresa tampoco reflejan el “robo de mercado” (business stealing o crowding out) respecto a las empresas competidores

Centrándonos en el análisis micro-econométrico de los efectos de la innovación sobre el empleo, cabe destacar que dicho análisis se inició en la década de los 90 a partir de la creciente disponibilidad de datos micro. Chennels y Van Reenen (1999) ponen de manifiesto que las

innovaciones de producto generan empleo tras el estímulo acontecido en la demanda del mercado del producto una vez se ha introducido la innovación. En cuanto a las de proceso, la incidencia resulta menor a causa de la intensidad del efecto desplazamiento, el cual usualmente no consigue ser subsanado en su totalidad por el efecto compensación. Aunque otros autores que usan datos a nivel de empresa demuestran que ambos tipos de innovaciones generan efectos positivos sobre el empleo¹⁹. Por una parte, las innovaciones de productos suelen ser beneficiosas a causa de su estímulo de la demanda en el mercado de bienes y servicios. Por otra, las innovaciones de proceso, aunque en primera instancia producen un efecto desplazamiento en la cantidad de trabajo, suelen conllevar un ulterior efecto compensación superior al primero²⁰.

Cabe destacar que los estudios realizados cubren una gran variedad de países, periodos y métodos (aunque estos últimos recientemente se hayan generalizado). De este modo, la metodología aplicada en dichos estudios dependerá las propiedades de los datos utilizados. Por consiguiente, se podrán realizar, usualmente, tres tipos de análisis: de corte transversal, de tasas de crecimiento con datos de dos periodos o de datos de panel. A continuación se citan diversas bases de datos, las cuales han dado lugar a un amplio conjunto de trabajos. En primer lugar, la Encuesta sobre Innovación Tecnológica en las Empresas (EITE), publicada por el Instituto Nacional de Estadística y enmarcada dentro del proyecto CIS comunitario (*Community Innovation Survey*), ofrece una amplia información a nivel micro-económico del funcionamiento y las estrategias innovadoras seguidas por el sector productivo comunitario. En este sentido, Harrison et al. (2004) utilizan datos referentes al periodo 1998-2000 para estudiar los beneficios de las innovaciones sobre el empleo en empresas situadas en cuatro países europeos (Reino Unido, España, Francia y Alemania), las cuales operan en diversos ambientes económicos. Dicho estudio concluye con la afirmación de que el crecimiento del empleo en las empresas innovadoras es notablemente mayor que el registrado por empresas que no desarrollan actividades de innovación. Sin embargo, sí se detectan diferentes tasas de retorno para cada territorio, siendo la menor en el caso español y mayor para la economía alemana. Esto resulta acorde con lo que se ha expuesto en el apartado anterior, donde se explicaba que el grado de impacto de la innovación sobre el empleo obedece a factores exógenos al proceso productivo en sí mismo como la estructura de demanda o el entorno institucional. La misma encuesta (*Third Community Innovation Survey, CIS3*), pero en este caso utilizando datos de industrias en España, fue explotada también por Jaumandreu (2003), quien también encuentra evidencia empírica que demuestra, en el caso de España, la existencia de efectos positivos de las innovaciones (tanto de producto como de proceso) sobre el empleo.

Continuando con los datos referidos al sector manufacturero español, se debe mencionar la Encuesta sobre Estrategias Empresariales²¹ (ESEE), realizada anualmente por la Fundación SEPI. Alonso-Borrego y Collado (2001) usa la ESEE y a base de un modelo lineal de probabilidad (probit) muestran que la generación de empleo tiende a ser mayor en las empresas innovadoras que en las que no lo son. En concreto, encuentran evidencia empírica que demuestra una mayor influencia de las innovaciones de proceso en comparación a las de producto y que reafirma la importancia del esfuerzo tecnológico como herramienta relevante para crear empleo. Otro estudio que utiliza estos datos (García et al, 2004) calcula diferentes elasticidades que se ven afectadas por

¹⁹ Por ejemplo, Harrison et al. (2004) y Jaumandreu (2003).

²⁰ El análisis empírico normalmente distingue entre innovaciones de producto y de proceso. Para ello, se suelen utilizar variables *proxy*. Por ejemplo, en varias encuestas se les pregunta a las empresas si han introducido alguna innovación (de producto o de proceso) durante el periodo, información que se puede utilizar como *dummy* para generar una variable de innovación. Como ya se verá más adelante, ésta es la metodología que sigue el presente trabajo.

²¹ Más información en el apartado 5.

los efectos desplazamiento y compensación. Ellos hallan los coeficientes relativos a la demanda, la producción, el empleo, los salarios y los márgenes, los cuales están relacionados entre sí y con las variables de innovación²². Estos autores llegan a una trascendente conclusión: el capital tecnológico efectivo (destinado a innovaciones de proceso y/o producto) de una empresa afecta positivamente a su nivel de empleo, aunque se debe tener en cuenta que el comportamiento de los salarios y precios puede anular completamente los efectos de las innovaciones (es decir, las características relativas a la capacidad de negociación de los agentes de la empresa y al comportamiento de los competidores en el mercado).

Además, se deben destacar otros estudios más recientes que forman parte de la evidencia empírica reconocida, aun utilizando fuentes y metodología diversa. Por un lado, Bogliacino y Vivarelli (2010) desarrollan un modelo cuya principal característica es que compara los impactos sobre el empleo de la innovación de un total de 15 países europeos mediante el análisis de datos sectoriales obtenidos de la OCDE. Al detectarse la existencia de efectos positivos, el trabajo anima a la aplicación de políticas a nivel comunitario. Por el otro, Hall et al. (2008) revelan la influencia de las innovaciones de producto sobre las empresas italianas²³, aunque su impacto sea menor comparado con el resto de países europeos. Por último, otro trabajo a tener presente es el de Lachenmaier y Rottmann (2006), el cual sirve de base para el presente documento. Dicho trabajo utiliza variables *proxy* referidas a la innovación para explicar el modo en que el empleo se ve influenciado por los cambios en el proceso de producción y en la calidad de los productos. Concretamente, usan datos de 7.014 empresas alemanas entre los años 1982 y 2003.

4.- Innovación y empleo: el caso de la industria Española

4.1- Metodología y desarrollo del modelo econométrico

El objetivo del presente trabajo, tal y como ya se ha sugerido en el apartado introductorio, consiste en contrastar si los efectos teóricos de las innovaciones (tanto de producto como de proceso) se traducen en variaciones reales del empleo a escala de empresa. Para ello, se va a analizar si en el sector manufacturero español (entre los años 1998 y 2010) se ha dado una relación positiva entre la ejecución de actividades tecnológicas y el crecimiento del empleo. De este modo, se ha establecido una función de demanda de trabajo a nivel de empresa, la cual depende de un conjunto de variables considerado relevante en la literatura especializada²⁴.

En primer lugar, se asume que la ya mencionada demanda de trabajo adopta la siguiente función en niveles,

$$L = f(A, Q, X) \quad (1)$$

donde L representa la demanda de trabajo, A mide la tecnología usada en el proceso productivo, Q indica la calidad del producto y X representa un vector de diversas variables de control, las cuales se explicarán posteriormente. Aplicando diferencias logarítmicas a la ecuación (lo cual se denota

²² En este estudio, se estima un stock de capital tecnológico operativo como variable que refleja la introducción de innovaciones.

²³ Encuentran que la competencia internacional fomenta la intensidad de I + D, especialmente para las empresas de alta tecnología. Además, el tamaño de la empresa, la intensidad de I + D y la inversión en equipo aumenta la probabilidad de obtener una innovación tanto de proceso como de producto, con un impacto positivo en la productividad de las firmas, especialmente la innovación de procesos, siendo que las empresas más grandes y de mayor edad parecen ser menos productivas.

²⁴ Lachenmaier y Rottmann (2006) y Zimmermann (2008).

con el operador de diferencias Δ y letras minúsculas) se llega a una función en tasas de crecimiento²⁵. De este modo:

$$\Delta l = \beta_0 + \beta_1 \Delta a + \beta_2 \Delta q + \beta_3' \Delta x \quad (2)$$

Consecuentemente, para estimar la ecuación anterior se precisa una medida del progreso en la tecnología aplicada (Δa) y de la mejora de la calidad del producto (Δq). Estas medidas pueden encontrarse en nuestras variables de innovación, las cuales serán utilizadas como variables *proxy*. La implementación de una innovación de proceso puede interpretarse como un cambio en la tecnología de producción, mientras que la introducción de una innovación de producto puede ser interpretada como un cambio en la calidad del producto. En el análisis econométrico empírico, se va a utilizar $\Delta a = I^{PC}$ para el progreso anual en tecnología y $\Delta q = I^{PD}$ de forma análoga para la mejora anual en la calidad, donde I^{PC} e I^{PD} constituyen variables *dummy* que denotan la introducción de innovaciones de proceso y producto, respectivamente.

Como el problema de la existencia de efectos individuales a nivel de empresa ya ha sido resuelto mediante la diferenciación²⁶, se puede estimar la ecuación mediante una regresión agrupada por mínimos cuadrados ordinarios²⁷. La ecuación (3) constituye una versión estática de la función de demanda de trabajo. Sin embargo, hay que tener en cuenta que puede darse cierta dinámica en los procesos de ajuste. Además, se espera que las consecuencias de la innovación sobre el empleo no se produzcan de forma instantánea y que, una vez se generen, dichos efectos perduren durante más de un periodo²⁸. Por eso, el procedimiento a utilizar consiste en el cálculo de medias para periodos de tiempo superiores al año, con el fin de detectar la influencia a largo plazo y suavizar la inferencia acontecida año tras año. En nuestro caso, al tener una base de 13 años (1998-2010), se han establecido tres periodos: 1998-2001, 2002-2007, 2008-2010²⁹. Estableciendo los límites en 2001-2002 y 2007-2008 se han intentado corregir los posibles problemas de cambio de tendencia y estructurales que surgían por la entrada en vigor del euro y el inicio de la crisis económica y financiera. Consiguientemente, dichos periodos constituyen las unidades de tiempo en la estimación del panel de datos. Se calculan tasas medias de crecimiento anuales para cada periodo (de tres, cuatro y seis años, respectivamente). La siguiente función muestra el resultado como queda la función (2) de trabajo una vez transformadas las variables en tasas de variación media anual³⁰:

$$\left(\frac{\Delta l_{t+\tau}}{\tau} \right) = \beta_0 + \beta_1 \left(\frac{\Delta a_{t+\tau}}{\tau} \right) + \beta_2 \left(\frac{\Delta q_{t+\tau}}{\tau} \right) + \beta_3' \left(\frac{\Delta x_{t+\tau}}{\tau} \right) + \left(\frac{\Delta u_{t+\tau}}{\tau} \right) \quad (3)$$

Donde $t = 1998 + j(\tau+1)$, $j = 0, 1, 2, \dots$

²⁵ Este procedimiento ayuda a resolver el problema de la posible existencia de heterogeneidad no observada ante unos datos a nivel de empresa en forma de panel. De lo contrario, se podría generar una relación espuria a causa de los factores que permanecen relativamente estables a lo largo del tiempo, como, por ejemplo, la calidad.

²⁶ De todas formas, el resultado del test de Breusch-Pagan (conocido también con el nombre de prueba de los multiplicadores de Lagrange), ha indicado la idoneidad de la regresión por mínimos cuadrados ordinarios. Los resultados de dicha prueba se presentan en la tabla A1 del anexo.

²⁷ Montero (2011).

²⁸ Nickell (1997 y 2003) y Blanchard y Wolfers (2000).

²⁹ La fijación de dichos periodos se ha visto reforzada después de efectuar estimaciones con diferentes combinaciones, las cuales resultaban peores que la finalmente seleccionada.

³⁰ Se suprime el subíndice i referido a la empresa.

De este modo, $\Delta l_{t+\tau}/\tau = (l_{t+\tau} - l_t)/\tau$ representa la tasa media de crecimiento anual del empleo de una determinada empresa en un cierto periodo, y así con el resto de variables. u_t constituye el término de error i.i.d.³¹.

Tal y como se ha comentado anteriormente, se utilizan variables *proxy* relativas a la tasa media de crecimiento anual $(z_{t+\tau} - z_t)/\tau$ y $(q_{t+\tau} - q_t)/\tau$, que consisten en el número medio de años por periodo en los que la empresa responde de forma positiva cuando se le pregunta en la ESEE si ha introducido alguna innovación de proceso o producto, respectivamente. De este modo, para una empresa que haya contestado “sí” durante todos los años de un periodo al ser preguntada si introducía innovaciones (de producto o de proceso), el valor de la variable correspondiente será igual a la unidad. Dicho valor será igual a cero en caso de que haya contestado “no” durante todos los ejercicios del periodo. Consecuentemente, el valor de la variable oscilará entre cero y uno.

Paralelamente, se han incluido un conjunto de variables x . Estas son: la tasa media de crecimiento anual por periodo del salario real por hora y del valor añadido generado en el proceso de producción de la empresa. Además, se introducen en la función una variable *dummy* que hacen referencia al tamaño de la entidad con el fin de controlar las posibles diferencias en las tasas de crecimiento del empleo entre PYMES y grandes empresas. En concreto, se ha creado una variable dicotómica que adopta el valor uno cuando la empresa tiene más de 200 trabajadores³². Otras variables de control incluidas en la regresión han sido las siguientes: tres variables ficticias en función del periodo en el cual se ubique la observación (1998-2001, 2002-2007 o 2008-2010), veinte variables *dummy* relativas a la sector manufacturero al que pertenece la empresa³³ y 17 variables dicotómicas relativas a la comunidad autónoma en la cual está establecida la entidad.

Hasta aquí llega la especificación propuesta por Lachenmaier y Rottman (2006). Sin embargo, ante la disponibilidad de información adicional extraída de la ESEE, se ha decidido incorporar variables de control complementarias con el objetivo de conseguir una notable mejora del modelo en términos de bondad. En primer lugar, se ha añadido una variable ficticia en función de si se realizan actividades exportadoras; seguidamente, se ha introducido una *dummy* relativa a la participación de capital extranjero en la empresa; por último, se han utilizado dos variables dicotómicas referentes a las características del mercado³⁴. A continuación se explica cómo se ha procedido a la incorporación de las variables ficticias recientemente mencionadas. En relación las dos primeras, éstas se han basado en preguntas del cuestionario de la ESEE: si realizan actividades exportadoras y si existe participación extranjera en la composición de su capital de la empresa. Estos datos han sido tratados igual que las variables de innovación, es decir, se ha hallado el número medio de años por periodo en los que la empresa responde de forma positiva a la cuestiones recientemente indicadas. En consecuencia, su valor estará comprendido también entre cero y uno. Referente a las dos restantes, se han utilizado dos índices aportados por la ESEE: por un lado, el índice de dinamismo de los mercados servidos por la empresa; por el otro, el índice de

³¹ Si los términos de error u_t son independientes y están idénticamente distribuidos, entonces los residuos $(u_{t+\tau} - u_t)/\tau$ para los diferentes periodos no están correlacionados, ya que dichos periodos no tienen años en común.

³² En este punto se ha optado por no seguir la estrategia propuesta por Lachenmaier y Rottmann (2006), quienes, en lugar de introducir una *dummy* relativa al tamaño de la empresa, introducen el logaritmo neperiano del empleo total en la empresa a principio de cada periodo. Después de calcular dicha variable para nuestro estudio y realizar estimaciones de prueba en forma de panel, se ha detectado que era la causante única de una alta correlación entre los regresores y el término de error, lo cual condicionaba seriamente los resultados de las diversas pruebas de especificación.

³³ En la tabla A2 del anexo se enumeran los 20 sectores en que la ESEE distingue.

³⁴ Se ha especificado la situación del mercado (creciente, decreciente o estable) y la evolución de la cuota de la empresa en los diferentes mercados en los que opera (creciente, decreciente o estable).

evolución de las cuotas de mercado correspondientes a todos los mercados en los que sirve la empresa. Mediante dichos índice se han obtenido tres variables dicotómicas en función de si su valor era mayor, menor o igual que cincuenta, ya que un valor del índice mayor que cincuenta denotaría expansión o crecimiento (en los mercados o en las cuotas, respectivamente); un valor menor a cincuenta indicaría contracción o decrecimiento y un valor igual a cincuenta reflejaría estabilidad. Una vez creadas las tres variables *dummy* para cada índice, se ha operado igual que con las variables de innovación y de capital extranjero, es decir, se ha hallado el número medio de veces por periodo que la empresa se enfrenta a un mercado (cuota) estable, creciente o decreciente. Ese tratamiento de las variables (tanto las de innovación como las de control) permite detectar las diferencias en la evolución del empleo entre empresas que se presentan diversas circunstancias: innovan o no, exportan o no, están en un mercado creciente o no, etc. La introducción de dichas variables complementa la información aportada por las variables categóricas referidas al sector en el que opera la empresa.

Paralelamente, se debe afirmar que se ha evaluado la posible existencia de endogeneidad, la cual puede ser producida por las variables de innovación si se encuentran correlacionadas con el término de error de la función de demanda de trabajo. En consecuencia, se han desarrollado las correspondientes pruebas que han permitido validar el uso de las variables anteriormente descritas³⁵.

4.2.- Descripción de los datos

A partir de la ESEE se ha obtenido una base formada por 3712 observaciones³⁶, Tal y como ya se ha mencionado previamente, el estudio se ha nutrido de la ESEE, la cual es realizada por la Fundación SEPI de forma anual desde 1990 a empresas manufactureras radicadas en España³⁷. Desde su inicio, se ha encuestado una media anual de 1800 entidades, lo que ha dado lugar a una valiosa información. Dicha información ha permitido llevar a cabo una amplia gama de estudios basados en el análisis de datos en forma de panel, sin perjuicio de que también se hayan desarrollado numerosas investigaciones microeconómicas de corte transversal y caracterizaciones de la evolución temporal de la industria manufacturera española. La ESEE aporta información acerca de los diversos instrumentos al alcance de las empresas que condicionan sus decisiones y, por ende, sus estrategias. De este modo, la encuesta ofrece una gran variedad de datos, los cuales se estructuran en: (1) actividad, productos y procesos de fabricación, (2) clientes y proveedores, (3) Costes y precios, (4) mercados, (5) actividades tecnológicas, (6) comercio exterior, (7) empleo y (8) datos contables. Los últimos datos utilizados en el presente estudio hacen referencia al año 2010.

Para el caso que nos ocupa, la ESEE ha proporcionado cierta información que permite realizar un breve análisis descriptivo del sector manufacturero español en cuanto a la evolución de magnitudes ligadas a la innovación y al empleo. El siguiente gráfico presenta la evolución temporal de la tasa de variación anual del empleo extraída a partir de los datos de la encuesta, distinguiendo entre pequeñas y medianas empresas (200 trabajadores o menos) y grandes empresas (más de 200 empleados):

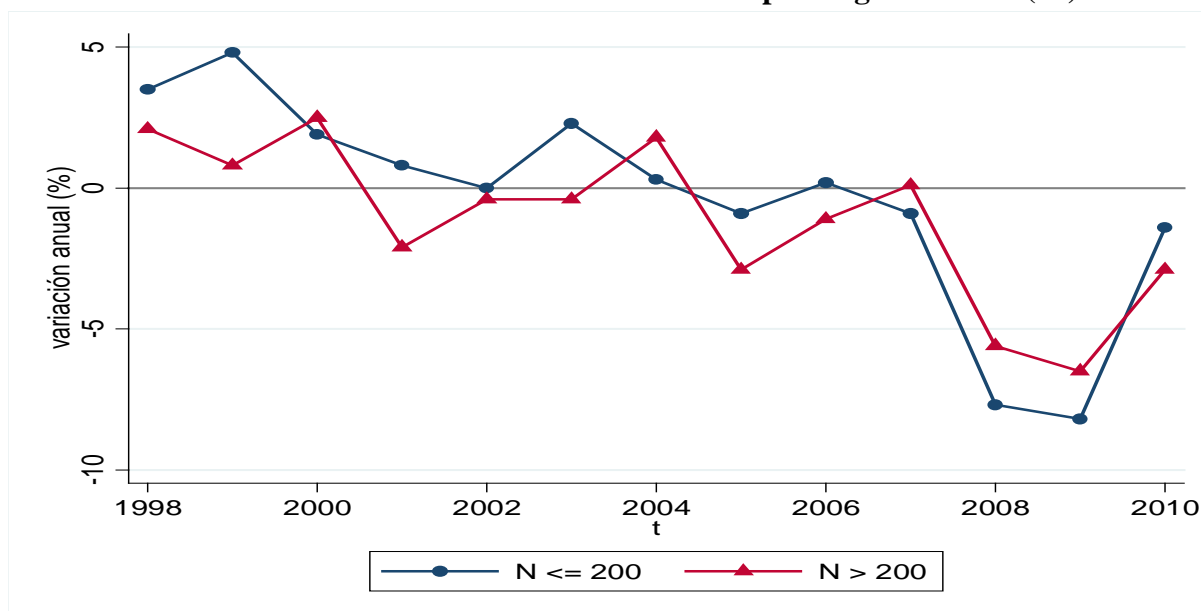
³⁵ Se ha utilizado información de la base de datos para introducir variables instrumentales y llevar a cabo el test de Durbin-Wu-Hausman, cuyo *p-value* no permitía rechazar la hipótesis nula de exogeneidad. El resultado de dicho test se expone en la tabla A1 del anexo.

³⁶ 1157 correspondientes al periodo 1998-2001, 985 relativas al periodo 2002-2007 y 1570 pertenecientes al último periodo.

³⁷ <http://www.fundacionsepi.es/esee/sp/spresentacion.asp>

Se puede apreciar como el sector manufacturero ha experimentado, en estos 13 años, diversas alteraciones en la tasa de variación anual del empleo. Se pueden detectar hasta 3 ciclos: el primero llegaría hasta principios de los 2000, el segundo acabaría en el año 2007 y el tercero duraría hasta el último periodo analizado. El primer ciclo es el que presenta unos mayores porcentajes de variación anual, sobre todo en el caso de las pequeñas y medianas empresas. En el segundo ciclo, el empleo oscilaría con tasas cercanas a cero, mientras que el último periodo vendría marcado por una fuerte caída y una leve recuperación en el año 2010³⁸.

Gráfico 2: Tasa de variación anual del desempleo según tamaño (%)



Fuente: elaboración propia a partir de los datos de la encuesta

Es necesario poner de manifiesto que la línea referida a las empresas con más de 200 empleados se mueve, en gran medida, por debajo de la referida ligada a las entidades con menos de 200 trabajadores. Únicamente se rompe esta tendencia en el año 2004 y a con el inicio de la crisis financiera, periodo en el que se produce una mayor caída del empleo en las pequeñas y medianas empresas si se comparan con las grandes. También cabe destacar que los picos en la línea que representa el empleo en las grandes empresas parecen ir ligeramente retardados respecto la figura correspondiente al empleo en empresas menores.

Una vez descrita la imagen anterior, cabe mencionar que se detecta una tendencia a la baja en cuanto a la evolución de las tasas de variación del empleo, tanto para grandes como para pequeñas y medianas empresas. Esto no tiene por qué significar estrictamente que el empleo global en el sector industrial español haya descendido. Esta reducción podría venir motivada por varias razones. Podrían darse cambios en la composición del empleo a nivel agregado (de modo que los trabajadores podrían abandonar las ramas manufactureras y entrar en otros sectores industriales, o incluso en la construcción o los servicios). También podría darse por el aumento en la subcontratación y externalización. Es necesario destacar otra vez que, en el último periodo, la fuerte disminución de las tasas de variación estaría altamente ligada con la aparición de la crisis económica y financiera.

³⁸ La detección de dichos ciclos ha motivado la estructuración de la muestra en los periodos anteriormente explicados.

Tabla 3: Contratación y realización de actividades de I+D

Empresas con 200 trabajadores o menos (%)					Empresas de más de 200 trabajadores (%)			
	Contr. y realiz.	Realiz. y no cont.	Contr. y no realiz.	Ni realiz. ni contr.	Contr. y realiz.	Realiz. y no cont.	Contr. y no realiz.	Ni realiz. ni contr.
1998	8,2	10,9	4,2	76,7	41,0	27,7	5,3	26,0
1999	8,7	10,4	4,0	76,9	47,4	23,2	6,4	23,0
2000	8,0	9,8	3,5	78,7	42,0	22,9	6,3	28,8
2001	7,5	8,9	4,2	79,4	41,3	22,9	7,1	28,7
2002	8,2	8,5	4,1	79,2	43,1	23,1	7,9	25,9
2003	7,9	8,1	3,7	80,3	38,8	22,4	8,9	29,9
2004	8,0	8,9	3,5	79,6	39,0	24,2	9,7	27,1
2005	8,7	9,9	4,6	76,8	38,8	20,8	11,0	29,4
2006	9,3	8,7	3,8	78,2	40,7	20,9	9,9	28,5
2007	8,9	8,4	3,6	79,1	39,4	20,0	10,2	30,4
2008	10,9	9,0	4,0	76,1	37,7	22,1	10,8	29,4
2009	11,8	8,7	3,7	75,8	41,4	20,3	9,9	28,4
2010	12,0	10,3	3,7	74,0	46,9	18,7	6,9	27,5

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de la encuesta EESE

En cuanto a la evolución de las actividades tecnológicas, la ESEE presenta diversas variables que permiten hacer una cierta evaluación del comportamiento de las industrias españolas por lo que respecta a sus acciones en el ámbito de la innovación, el desarrollo y la innovación (véase tabla 3). En primer lugar, conviene mostrar la distribución de las empresas según su orientación hacia las actividades tecnológicas. De este modo, se van a clasificar a las entidades de la siguiente forma: por un lado, se presentan las empresas que no realizan ni contratan actividades de I+D; por el otro, se muestran las que realizan pero no contratan dichas actividades; seguidamente, se exponen aquéllas que contratan pero no realizan acciones tecnológicas y, por último, se presentan las entidades que realizan y contratan actividades de I+D. La siguiente tabla muestra el porcentaje de entidades que se incluye en cada una de las categorías anteriormente mencionadas. La columna de la izquierda hace referencia a las pequeñas y medianas empresas (200 trabajadores o menos), mientras que la derecha se corresponde a las grandes empresas (más de 200 trabajadores). Asimismo, se presenta información relativa al periodo comprendido entre los años 1998 y 2010.

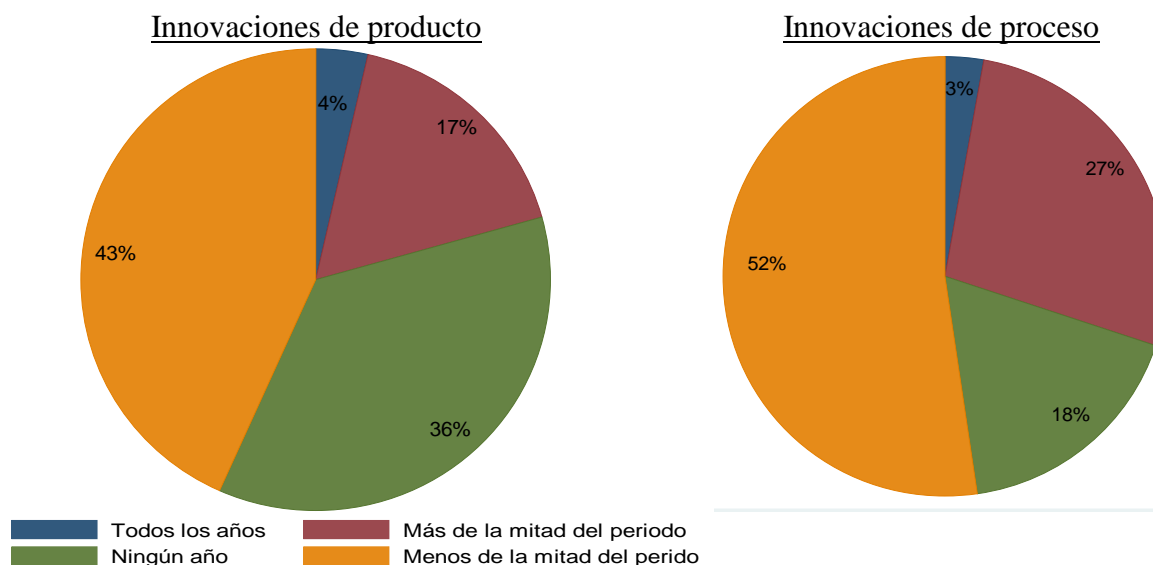
Las pequeñas y medianas empresas presentan una clara orientación hacia la abstención en el ámbito del desarrollo de actividades tecnológicas. Sin embargo, cabe destacar que dicha orientación (reflejada en la categoría “Ni contrata ni realiza actividades de I+D”) disminuye ligeramente a partir de 2004 en beneficio del resto de categorías (sobre todo “Contrata y realiza actividades de I+D”). La ejecución de acciones innovadoras vía contratación externa es claramente la opción menos elegida por las entidades. Observando más precisamente los últimos años, resulta cada vez mayor el número de empresas que llevan a cabo, de alguna manera, actividades de I+D. Las empresas grandes, sin embargo, muestran una fuerte predisposición a la innovación. Como en el caso anterior, la contratación externa de actividades tecnológicas es la opción menos escogida por las entidades grandes que conforman la muestra y, en los últimos años, parece que la no ejecución de ninguna acción de I+D pierde fuerza. Además, los porcentajes de empresas incluidas en cada categoría fluctúan de forma ligeramente mayor si se compara con el caso de entidades

pequeñas y medianas. Centrándonos en los últimos años, cabe afirmar que el porcentaje de empresas que ni realizan ni contratan actividades de I+D supera al de los primeros ejercicios del periodo.

Asimismo, resulta de interés analizar información acerca de la presencia de los dos tipos de innovaciones (de producto y de proceso) en la muestra empleada, o sea, la intensidad con la que las empresas de la muestra realizan innovaciones de cada tipo. La siguiente figura (gráfico 3) refleja la distribución de frecuencias, es decir el número de veces que durante el periodo 1998-2010 las empresas han declarado introducir alguna innovación, ya sea de proceso o de producto. Se indica, por un lado, el porcentaje de empresas que han innovado durante todos los ejercicios; por el otro, muestra el porcentaje de empresas que no han realizado ninguna innovación a lo largo de los años; por último; distingue entre aquellas entidades que han obtenido innovaciones durante más de la mitad del periodo (un mínimo de siete veces) y las que se han quedado por debajo. Cabe destacar que se han elaborado los porcentaje de manera que se eviten solapamientos, esto es, las dos categorías intermedias (más/menos de la mitad del periodo) excluyen los casos límite (todos/ningún año).

Tal y como se puede apreciar, la mayoría de empresas han declarado obtener innovaciones entre una y seis veces a lo largo del periodo. Contrariamente, un porcentaje reducido de entidades ha innovado durante todos y cada uno de los años. También es necesario resaltar que un mayor número de empresas ha afirmado llevar a cabo innovaciones de proceso en comparación con las de producto. En concreto, un 30% de entidades ha introducido, al menos, innovaciones de proceso durante 7 años, frente a un 21% en el caso de innovaciones de producto. Asimismo, se debe mencionar el alto porcentaje de empresas que no han desarrollado ninguna innovación de producto entre 1998 y 2010 (un 36%, el doble si se compara con el mismo dato referido a innovaciones de proceso).

Gráfico 3: Intensidad en la introducción de innovaciones según el tipo de innovación³⁹



Fuente: elaboración propia a partir de los datos de la encuesta EESE

³⁹ Cabe destacar que para elaborar el gráfico se han tenido en cuenta únicamente empresas que están presentes a lo largo de todos los años.

Tabla 4: Estadísticos descriptivos

	Media	Desv. estándar	Mínimo	Máximo
Innovación de producto	0,23198	0,34565	0	1
Innovación de proceso	0,33483	0,36566	0	1

Fuente: Datos de la ESEE. Elaboración propia

También en relación a las variables de innovación, conviene exponer algunos indicadores estadísticos, los cuales permitirán ejecutar una sencilla lectura preliminar. La tabla 4 muestra información relativa a las variables de innovación (de proceso y de producto). Como ya se ha explicado anteriormente, las variables de innovación muestran el número medio de veces por periodo que la empresa ha respondido “sí” cuando se le ha preguntado si ha llevado a cabo alguna innovación (de producto o de proceso, según corresponda). Se puede detectar que las manufacturas de la muestra han llevado a cabo innovaciones de proceso de forma ligeramente más habitual que innovaciones de producto entre los años 1998-2010. Concretamente, se puede apreciar como las empresas han realizado, en media, innovaciones de proceso durante más de una tercera parte de cada periodo. Respecto a las innovaciones de producto, éstas han sido ejecutadas durante menos de una cuarta parte de cada periodo, según se desprende del valor de la media.

4.3.- Resultados del modelo empírico: el caso de España

Como se ha indicado en el apartado 4, se ha procedido a establecer dos especificaciones distintas: la primera es la seguida por Lachenmaier y Rottman (2006), mientras que la segunda incorpora un conjunto más amplio de variables de control. La tabla 5 muestra los resultados obtenidos mediante la estimación del modelo por mínimos cuadrados ordinarios definido por Lachenmaier y Rottman (2006)⁴⁰.

Tabla 5: Modelos empíricos (Variable dependiente: tasa media de crecimiento anual del empleo)

	INNOVACIÓN DE PROCESO				INNOVACIÓN DE PRODUCTO			
	1. Básico	2a. Amplio	2b. Amplio	3. Amplio	1. Básico	2a. Amplio	2b. Amplio	3. Amplio
Sector	Incl.	Incl.	Incl.	Incl.	Incl.	Incl.	Incl.	Incl.
Región	Incl.	Incl.	Incl.	Incl.	Incl.	Incl.	Incl.	Incl.
Periodo (1998-2001:2002-2007; 2008-2010)	Incl.	Incl.	Incl.	Incl.	Incl.	Incl.	Incl.	Incl.
Crecimiento salarios	-0.4429***	***	***	-0.4435***	-0.4458***	***	***	-0.4456***
Crecimiento valor añadido	0.1930***	***	***	0.1780***	0.1950***	***	***	0.1910***
Tamaño	-7.0e-06***	***	***	-7.3e-06***	-5.1e-06***	***	***	-0.4e-06

⁴⁰ Los errores estándar obtenidos han sido hallados tras relajar el requerimiento de independencia de las observaciones de una misma empresa en diferentes periodos de tiempo. Además, los coeficientes y errores estándar relativos a las variables ficticias ligadas al sector industrial y a la Comunidad Autónoma se han omitido para facilitar la lectura. Están a disposición de quien los solicite (joost@ccee.ucm.es).

Innovación (proceso/producto)	0.0299***	***	***	0.0231***	0.0106***	**	*	0.0078 ^{NS}
Mercado creciente		***		0.0258***		***		0.0564***
Mercado estable		***		0.0232***		***		0.0456***
Cuota de mercado creciente		***		0.0438***		***		0.0512***
Cuota de mercado estable		***		0.0295***		***		0.0328***
Exportaciones			NS	0.0037 ^{NS}			**	0.0037 ^{NS}
Capital extranjero			NS	0.0043 ^{NS}			NS	0.0079*
Constante	0,0234***	***	*	-0.0352***	0.0295***	**	**	0,8570***
R ² ajustado	0,380	0,399	0,381	0,399	0,374	0,394	0,374	0,370
Observaciones	3732	3724	3720	3712	3732	3724	3720	3712

***Coeficiente significativo al 1%; **Coeficiente significativo al 5%; *Coeficiente significativo al 10%

Fuente: Datos de la ESEE. Elaboración propia. Resultados proceso de estimación econométrico.

Las variables de control adoptan los signos esperados. El crecimiento de los salarios presenta un efecto negativo sobre el empleo. El coeficiente puede ser interpretado como la elasticidad respecto al salario. Según el modelo, un aumento de un uno por ciento en la tasa de variación del salario provoca que la tasa de crecimiento del empleo en la empresa sea un 0,44% menor. El valor de dicho coeficiente indica que la variación de salario tiene un gran peso sobre la variación del empleo, puesto que es el parámetro con un mayor valor absoluto. Contrariamente, la evolución positiva del valor añadido de la entidad tiene efectos positivos sobre su empleo. En concreto, un incremento de un uno por ciento en la tasa de crecimiento del valor añadido da lugar a un aumento de un 0,19% en la tasa de variación del empleo. En cuanto a las variables relativas al tamaño de la empresa, la estimación nos dice que ésta última resulta determinante sobre el empleo: Indicando que cuanto menor el tamaño de la empresa mayor el aumento de empleo en porcentaje.

Pasemos ahora a analizar las variables más importantes: las referidas a la innovación, cuyo signo ha sido positivo para las dos tipologías. Tal y como se ha especificado, las variables toman el valor cero si la empresa no ha introducido ninguna innovación a lo largo de un determinado periodo, mientras que adopta el valor uno si ha innovado durante todos los años. De este modo, el valor de los coeficientes debe ser interpretado como el diferencial en términos de crecimiento de empleo de las empresas que no han desarrollado ninguna innovación durante un cierto periodo respecto a las que sí lo han hecho. El valor del coeficiente referido a las innovaciones de proceso nos indica que dicho diferencial supone una tasa de variación del empleo un 2,3% mayor. Mientras que para las innovaciones de producto este porcentaje sería del 1,1%. En ambos casos los resultados son estadísticamente significativos.

A continuación se exponen los resultados obtenidos a partir de la segunda especificación. En este caso se incluye variables relacionados con el mercado donde operan las empresas y su nivel de internacionalización. Por un lado es de suponer que la dinámica del mercado explica en parte la evolución del empleo de la empresa. No cabe duda que el hecho de operar en un mercado creciente influye positivamente sobre el empleo. Las variables de control referidas a al mercado donde opera la empresa reflejan por un lado el dinamismo (mercado creciente, estable decreciente) y el cambio en la cuota del mercado de la empresa (según su propia estimación) que también se valora como creciente, estable y decreciente. Por otro lado el nivel de internacionalización está altamente

relacionado con la necesidad de innovar en este mercado tan exigente en términos de calidad-precio. Las empresas que operan en este mercado tienen una alta presión para innovar tanto en calidad y prestaciones (innovación de productos) y en costes (innovación de procesos). Las variables de control referidas a la internacionalización reflejan la evolución de las exportaciones y la presencia de capital extranjero.

Las variables de control que han sido utilizadas en ambas estimaciones presentan coeficientes muy parecidos entre un modelo y otro. El parámetro que acompaña a la variable dicotómica referida al tamaño de la empresa sufre una variación muy pequeña. En cuanto a las nuevas variables –las características del mercado- introducidos en el modelo la totalidad presenta coeficientes significativos. Como cabe esperar, todos los coeficientes son de signo positivo y las variables *dummy* relativas a mercados/cuotas crecientes presentan valores mayores que las ligadas a mercados/cuotas decrecientes. Se debe destacar que, pese a la introducción de un número importante de variables, la bondad de la estimación medida mediante el R^2 ajustado no sufre un incremento muy claro.

Los resultados encontrados acuerdan con la teoría relativa al tema con las deducciones de otros estudios empíricos que analizan la misma problemática, puesto que también han detectado una influencia de las innovaciones de producto sobre el empleo⁴¹. De hecho, los resultados hallados mediante el modelo empírico se aproximan a los de Alonso-Borrego y Collado (2001) en el hecho de que se detecta una mayor influencia de las innovaciones de proceso (en comparación con las de producto) sobre el empleo en las empresas manufactureras españolas. De este modo, podría considerarse que las innovaciones de producto juegan un papel más reducido en el sector manufacturero de nuestro país a efectos de generación de empleo. Incluso teniendo en cuenta la internacionalización de las empresas el efecto de innovación del proceso es más importante que el de la innovación en producto. Esto podría sugerir que España compite todavía más bien en precios y eficiencia del sistema de producción que en la calidad y prestaciones de sus productos.

Respecto al poder explicativo de los modelos se puede destacar que se detecta pocas diferencias respecto al R^2 ajustado. En el caso de la innovación de proceso este indicador aumenta ligeramente desde el 0,38 en el modelo básico alcanzando el valor de 0,40 para el modelo amplio que introduce entre las variables explicativas las que se refiere a la dinámica de su mercado y el nivel de internacionalización de la empresa. En el caso de la innovación de producto este índice del poder explicativa está en el 0,37 en el modelo básico y disminuye ligeramente en el modelo 3 (amplio). Curiosamente su valor más alto es en el modelo 2ª donde solo se incluya la dinámica del mercado y donde el R cuadrado alcanza el valor de 0,39.

5.- Conclusiones y reflexiones finales

5.1. Conclusiones respecto a los estudios empíricos

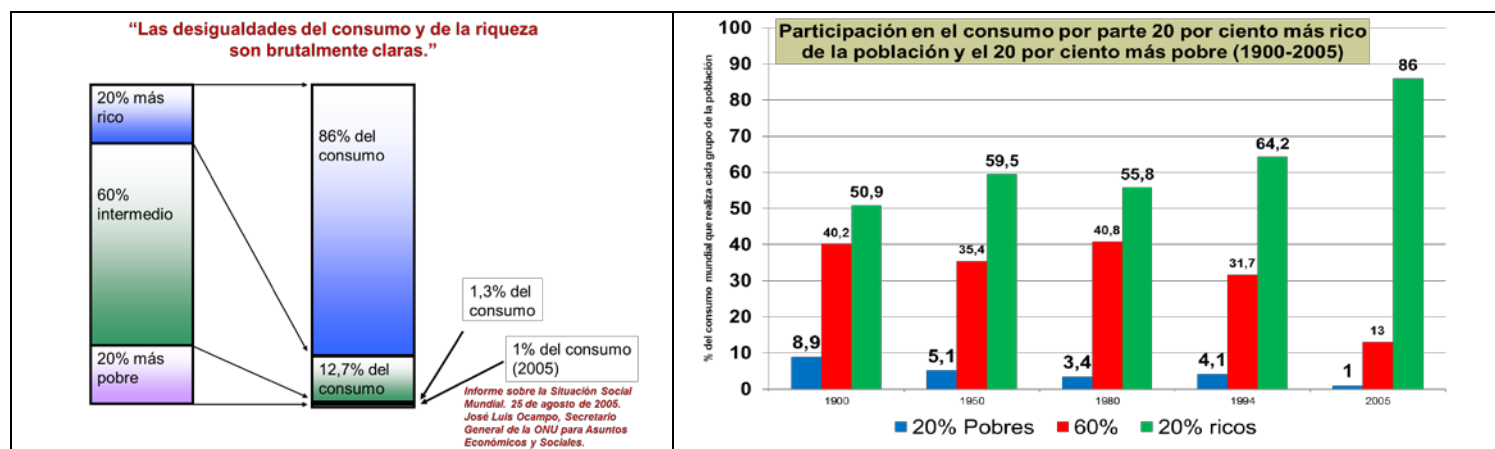
Mediante este trabajo se ha pretendido realizar un análisis sobre un tema crucial en la literatura económica: medir los efectos de la innovación sobre el empleo. Para ello, se ha manejado información de la ESEE, la cual reúne un panel de datos formado por empresas manufactureras españolas. El estudio ha consistido en la elaboración de un modelo micro-econométrico que permite distinguir entre los dos principales tipos innovaciones: de proceso y de producto. Para ambas formas de innovación se ha encontrado evidencia acerca de su efecto positivo sobre el empleo a nivel de empresa. Lo que implica que todos los modelos han mostrado valores y signos acorde a lo esperado en la literatura (Lachenmaier y Rottmann, 2006; García et al. 2004; Hall et al. 2008).

⁴¹ Por ejemplo, García et al. (2004) y Hall et al. (2008).

Un resultado sorprendente es el mayor impacto de la innovación de proceso sobre el empleo respecto al impacto de la innovación del producto. La causa de este hecho podría ser la propia evolución de las variables durante el periodo de tiempo estudiado (el cual comprende unos cuantos años de crisis económica y financiera). Por otro lado, este hecho se podría interpretar en el sentido que las empresas españolas compiten –dentro de su nivel tecnológico comparativo- sobre todo en costes y precios y menos en términos de calidad, prestaciones y diferenciación de producto. Aunque habría que analizar esta posible interpretación en un trabajo posterior.

No obstante, como propuesta para la continuación del presente estudio, resultaría interesante determinar la composición de los efectos de las innovaciones sobre el empleo, esto es, estimar los efectos desplazamiento y composición y ver en qué manera afectan al resultado global⁴². De esta manera, se podrían llevar a cabo regresiones que recogieran, por un lado, el comportamiento de los agentes de la empresa y sus consecuencias sobre el ajuste de costes y precios tras la introducción de una innovación de proceso; por el otro, información relativa a la reacción del resto de competidores en el mercado ante la penetración de un producto nuevo o mejorado. Por último, también resultaría interesante la utilización de los datos de la encuesta en formato anual (sin modificar), con el fin de profundizar en la dinámica de los procesos de ajuste, mediante el uso de métodos de análisis de datos de panel dinámicos.

Como último se quisiéramos interpretar de forma correcta los resultados en un marco más amplio. Primero se debe subrayar -como indicado en la sección 3- que los estudios a nivel micro que el efecto positivo encontrado se refiere solo a las empresas de la muestra. Es decir, dentro el conjunto de empresas industriales españolas aquellas que sean más innovadoras generan más empleo que aquellas que no innovan. Posiblemente debido a que sean empresas más competitivas que aquellas menos innovadoras. Esto no implica que exista un aumento neto del empleo a nivel nacional o internacional. Ya que las ganancias de empleo –que genera una producción mayor- puede generar pérdida de puestos de trabajo los competidores nacionales o internacionales. O simplemente puede implicar una desvió del empleo de unas empresas (menos innovadoras) a otras más innovadoras o de un país/región a otro.



5.2. Comentarios y reflexiones finales

En estas últimas páginas nos gustaría reflexionar sobre los problemas, oportunidades y especialmente las contradicciones respecto a las interpretaciones e importancia del efecto de la

⁴² En consecuencia, se podría desagregar el efecto de las innovaciones de producto (en efecto desplazamiento y efecto compensación) y determinar si continúan mostrándose no significativo sobre el empleo a nivel de empresa.

innovación sobre el empleo y – de forma indirecta- sobre el bienestar general. Mediante algunas pequeñas pinceladas comentamos diversos aspectos directamente relacionado con el efecto de la innovación sobre el aumento de la productividad y su impacto social en términos de (pleno) empleo, bienestar (el ocio y nivel de vida), la explosión demográfica, la distribución de la riqueza y la sostenibilidad ambiental. Estos comentarios finales no están fundamentado en las conclusiones de nuestros propios estudios empíricos sino se basa en los ejemplos ofrecidos en la sección 2.1 (véase también tabla 1)

Primero se debe constatar que la pérdida de empleo (número de puestos o horas de trabajo) no se ha visto acompañado con a un menor cantidad de bienes y servicios producidos a nivel internacional –ni en términos absolutos ni per cápita-, al contrario se produce actualmente más productos que nunca. El gran problema es la concentración de la producción y los ingresos correspondientes en unos pocos países, empresas y trabajadores sin que la toda la población a nivel mundial participe en beneficios de los avances tecnológicos. Es decir, el problema no es la existencia -o no- del pleno empleo o la pérdida de puestos de trabajo, sino en el hecho que las ganancias en la productividad han sido captadas por una minoría. La industrialización como parte del proceso de innovación y el capitalismo⁴³ ha creado en los países ricos una sociedad de consumo. *“El capitalismo ha llevado a los consumidores en las economías desarrolladas vastas riquezas inaudito en los siglos anteriores donde los consumidores promedios de América del Norte, Europa o el consumidor japonés tiene un estándar de vida más alto que un rey medieval”* (Akerloff/Shiller 2009). Pero esta tendencia está acompañada por una pobreza continuada en los países menos desarrollados. Como se puede observar en el grafico 2, el veinte por ciento de la población más rico del mundo disipa el 86% del consumo mientras que el 20% más pobre solamente realice el 1% del consumo. Cabe destacar que hace algo más de un siglo estos porcentajes fueron respectivamente el 51% y el 9%, lo que confirma la mayor concentración de la riqueza en un grupo pequeño de la población. Un segundo problema es el hecho que el alto nivel de consumo de esta minoría en los países avanzados -que acapara los beneficios del proceso de innovación- está agotando los escasos recursos naturales (de energía, materiales primas, el medio ambiente,.....). No solo por el alto nivel de vida sino sobre todo por el modelo ineficiente de consumo y de producción⁴⁴ (el modelo de la obsolescencia programada – véase la sección 2.2), basado en la elaboración de productos de baja calidad para mantener el ritmo de compra por parte de los consumidores. Además, este modelo intensifica el aumento de los precios de los materias primas, recursos naturales e incluso de los alimentos básicos⁴⁵ lo que de nuevo tiene un efecto especialmente negativo sobre el poder adquisitivo de la parte más pobre de la población.

En resumen, el problema no es el hecho que la innovación genera una pérdida de empleo y de forma irrevocable genera pobreza -ya que, no se disminuye la producción total en el mundo- sino la mala distribución de la riqueza entre los habitantes de nuestra planeta donde no se asegura un nivel mínimo de bienestar accesible a todo el mundo. En este sentido quizás más importante que el “pleno empleo” sería una distribución equitativa del trabajo y por consiguiente el nivel de vida y tiempo de ocio. Tal distribución de la riqueza se debe basarse, por un lado, en la reducción de la jornada laboral y, por otro, en la implementación de incentivos de recompensar el esfuerzo y capacidad laboral.

⁴³ No entendido como el capitalismo como ideología sino según su significación inicial como la acumulación de bienes de capital basado en la industrialización

⁴⁴ Como en la producción de energía o el uso de los recursos de agua

⁴⁵ Se incrementa la demanda y el precio de los alimentos básicos debido a su uso para la producción de bio-carburantes en estado puro o en mezclas con la “gasolina tradicional”

Resulta extraño que en los países más innovadores y con salarios más altos existe en general un menor nivel de desempleo. Sobre todo porque compensan su mayor productividad trabajando menos horas (distribución del trabajo y semanas laborables más reducidos). Los países más avanzados han podido solucionar muchos de los problemas del propio proceso de desarrollo y crecimiento económico porque durante su industrialización tenían disponibles unos mercados internacionales “vírgenes” sin competidores y recursos naturales abundantes. Además, para solucionar los problemas de la explosión demográfica, siendo uno de los grandes problemas durante la industrialización (dejándose atrás la sociedad agraria), los trabajadores expulsados, debido a la industrialización (siendo una innovación de proceso), del sistema productivo han emigrado -en los siglos XIX y XX- en masa hacia los países menos desarrollados teniendo una facilidades que no tienen los países en desarrollo o pobres actuales.

En la situación actual donde la existencia de materias primas y recursos naturales dificulta el crecimiento económico donde la sobrepoblación en los países menos avanzados no se puede solucionar con flujos emigratorios no se puede mantener un modelo económico basado en el consumo en masa y la obsolescencia programada. Se debe buscar soluciones para una economía sostenible que asegure un mínimo de bienestar para todo el mundo. En este sentido la innovación no se debe ver como un proceso de destrucción de empleo sino como una actividad que permite obtener soluciones para los problemas medioambientales y que permite asegura un nivel de vida digna para todo el mundo.

Referencias bibliográficas

- Akerloff George; Shiller, Robert .J. [2009] *Animal Spirits: How Human Psychology Drives the Economy, and Why It Matters for Global Capitalism*. Princeton University press
- Alonso-Borrego, César y Collado, M. Dolores [2001]: Innovation and job creation and destruction: Evidence from Spain. Working paper 01-38. Departamento de Estadística y Econometría. Universidad Carlos III de Madrid.
- Antonucci, Tommaso y Pianta Mario [2002]: The employment effects of product and process innovations in Europe. *International Review of Applied Economics*, 16, 3, 295-308
- Blanchard, Olivier y Wolfers, Justin [2000]: The role of shocks and institutions in the rise of European unemployment: The aggregate evidence. *The Economic Journal*. Nº 110. C1-C33.
- Bogliacino, Francesco y Vivarelli, Marco [2010]: The job creation effect of R&D expenditures. IPTS Working paper on corporate R&D and innovation - No. 04/2010.
- Cano, Diego [2006]: *Innovación y mercado de trabajo*. Ed: Centro de Predicción Económica. Madrid.
- Chennels, Lucy; Van Reenen, John [1999]: Has Technology Hurt Less Skilled Workers? An econometric survey of the effects of technical change on the structure of pay and jobs. Working paper 99/27. Institute for Fiscal Studies. London.
- Fontcuberta, Joan, [2011]: *Por un manifiesto Posfotográfico*. *La Vanguardia*
<http://www.lavanguardia.com/cultura/20110511/54152218372/por-un-manifiesto-posfotografico.html>
- Freeman, Cris; Clark, John; Soete, Luc. 1982. *Unemployment and Technical Innovation*, London Pinter
- Freeman, Cris; Soete, Luc (eds) [1987]. *Technical Change and Full Employment*, Oxford, Basil Blackwell
- García, Angel, Jaumandreu, Jordi y Rodríguez, César [2004]: Innovation and jobs: evidence from manufacturing firms. Working paper 1204. Universidad Carlos III de Madrid.
- Hall, Bronwyn H. y Mairesse, Jacques [1995]: Exploring the Relationship between R&D and Productivity in French Manufacturing Firms. *Journal of Econometrics*, 65:263-293.
- Hall, Bronwyn H., Lotti, Francesca y Mairesse, Jacques [2008]: Employment, innovation, and productivity: evidence from Italian microdata. *Industrial and Corporate Change*. Vol.17, Nº 4, pp. 813–839
- Hall, P.H. and Heffernan, S.A. [1985]. More on the Employment Effects of Innovation, *Journal of Development Economics*, 17, 151-62
- Hamermesh, Daniel S. [1993]: *Labor demand*. Princeton University Press: Princeton
- Harrison, Rupert, Jaumandreu, Jordi, Mairesse, Jacques y Peters, Bettina [2004]: Does innovation stimulate employment? A firm-level analysis using comparable micro-data from European Countries. *European Project: Innovation and Employment in European Firms: Micro-econometric Evidence*.
- Heijs, J. [2009]. Impacto de la innovación sobre el empleo y el mercado laboral: Efectos cualitativos y cuantitativos. Capítulo en: Bote, V.; Escot, L.; Fernández J. (Editores) *Pensar como un economista. Homenaje al profesor Andrés Fernández Díaz*. Editorial Delta – (ISBN 978 84 92453 73 3)
- Jaumandreu, Jordi [2003]: Does innovation spur employment? A firm-level analysis using Spanish CIS data. *European project: Innovation and Employment in European Firms: Micro-econometric Evidence*.
- Jenkins, David Trevor. (Ed.), [1994]. *The Textile Industries*, Vol. 9. In: Church, R.A., Wrigley, E.A.

- (Eds.), *The Industrial Revolution in Britain*. Blackwell, Oxford. Krugman, P., 1994. *The Katsoulacos, Yannis*. [1986]. *The Employment Effect of Technical Change*, Brighton, Wheatsheaf.
- Lachenmaier, Stefan y Rottmann, Horst [2006]: *Employment Effects of Innovation at the Firm Level*. Ifo Working Papers N° 27.
- Lucchese, Matteo y Pianta, Mario [2012]: *Innovation and Employment in Economic Cycles*. *Comparative Economic Studies*, 54, 341-359.
- Mairesse, Jacques ; Nathalie Greenan; Topiol-Bensaïd [2001] 'Information technology and research and development impacts on productivity and skills: a comparison on French firm level data', NBER Working Paper 8075.
- Montero, Roberto [2011]: *Efectos fijos o aleatorios: test de especificación*. Documentos de Trabajo en Economía Aplicada. Universidad de Granada. España
- Nickell, Stephen [1997], *unemployment and labour market rigidities: Europe versus North America*, *Journal of Economic Perspectives*, 11(3), 55-74.
- Nickell, Stephen [2003]: *Labour Market Institutions and Unemployment in OECD Countries*. Cesifo DICE Report 2, 13-26.
- Pérez, Carlota [2002]: *Technological revolutions and financial capital: the dynamics of bubbles and Golden ages* (pp. 17-19). Cheltenham (UK). Ed: Edward Elgar.
- Pianta, Mario. [2005] 'Innovation and Employment' in J. Fagerberg, D.C. Mowery and R.R. Nelson (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, Oxford and New York..
- Pianta, Mario. [2000]. *The Employment Impact of Product and Process Innovations*, in Vivarelli, M. and Pianta, Mario. [2000 (P. 77-95)
- Pianta, Mario. [2004]. *Innovation and Employment*, in Fagerberg, J., Mowery, D. and Nelson, R. (eds), *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, Oxford, chap. 21.
- Pianti, Mario [2001]: *Innovation, demand and employment*. *Technology and the future of European employment* (pp. 142-165), PETIT, P. y SOETE, L. Aldershot. Ed: Edward Elgar.
- Pianta, Mario [2003]: *Innovation and Employment*. *Handbook of Innovation* (Capítulo 22), FAGERBERG, J., MOWERY, D y NELSON, R. Oxford University Press.
- Say, Jean-Baptiste. 1964. *A Treatise on Political Economy or the Production, Distribution and Consumption of Wealth*, New York, M. Kelley, first edn 1803
- Sismondi, Jean Charles Leonard ,1971. *Nouveaux Principes d'Economie Politique ou de la Richesse dans ses Rapports avec la Population*, Paris, Calmann- Levy, first edn 1819
- Solow, Robert M. [1956]: *A Contribution to the Theory of Economic Growth*. *The Quarterly Journal of Economics*. Vol. 70, N° 1, pp. 65-94.
- Stoneman, Paul [1983]: *The economic analysis of technological change*. Oxford University Press.
- Tether, Bruce. S. [2005] 'Do Services Innovate (Differently)?': *Insights from the European Innobarometer Survey*, *Industry and Innovation*, 12.2, pp. 153-184.
- UNESCO [2005]: *Science Report del [2005]*
- Van Reenen, John. 1997. *Employment and Technological Innovation: Evidence from U.K. Manufacturing Firms*, *Journal of Labor Economics*, 15, 255-84
- Van Reenen, John [1997]: *Employment and technological innovation: evidence from UK manufacturing firms*. *Journal of Labour Economics*. Vol. 15, N° 2, pp. 255-284.
- Vergara, Gabriel P.: *Sistema R/P (UCM, [2013]. Trabajo de Final de Master: Facultad de Bellas Artes Master Universitario en Investigación en Arte y Creación.*
- Vivarelli, Marco [2007]: *Innovation and employment: a survey* IZA Discussion Papers, No. 2621
- Vivarelli, Marco [2012]. *Innovation, employment and skills in advanced and developing countries: A survey of the literature*, *Forschungsinstitut zur Zukunft der Arbeit*
- Vivarelli, Marco [2014]- *Innovation, employment and skills in advanced and developing countries: a*

survey of economic literature Journal of Economic Issues, [2014 - Taylor & Francis

Vivarelli, Marco. y Pianta, Mario [2000]: *The Employment Impact of Innovation: Evidence and Policy* (pp. 77-95). Londres. Ed: Routledge.

Zimmermann, Volker [2008]: The impact of innovation on employment in small and medium enterprises with different growth rates. Discussion paper 08-134. Centre for European Economic Research.

Anexo

Tabla A1: **Tests de diagnóstico**

Test	P-Value	Acción
Test de los multiplicadores de Lagrange de Breusch y Pagan	0,1997	Se estima por MCO
Test de Durbin-Wu-Hausman	0,1882	Variables no endógenas y MCO es consistente

Fuente: Datos de la ESEE. Elaboración propia. Resultados proceso de estimación econométrico

Tabla A2: **Variables *dummy* relativas al sector Industrial y a la Comunidad Autónoma**

Sector Industrial	CNAE 2009 (*)	Comunidades Autónomas
1 Industria cárnica	101	1. Andalucía 2. Aragón 3. Asturias 4. Baleares 5. Canarias 6. Cantabria 7. Castilla-La Mancha 8. Castilla-León 9. Cataluña 10. Comunidad Valenciana 11. Extremadura 12. Galicia 13. Madrid 14. Murcia 15. Navarra 16. País Vasco 17. La Rioja
2 Productos alimenticios y tabaco	102 a 109, 120	
3 Bebidas	110	
4 Textiles y confección	131 a 133, 139, 141 a 143	
5 Cuero y calzado	151 + 152	
6 Industria de la madera	161 + 162	
7 Industria del papel	171 + 172	
8 Artes gráficas	181 + 182	
9 Industria química y productos farmacéuticos	201 a 206, 211 + 212	
10 Productos de caucho y plástico	221 + 222	
11 Productos minerales no metálicos	231 a 237, 239	
12 Metales férreos y no férreos	241 a 245	
13 Productos metálicos	251 a 257, 259	
14 Máquinas agrícolas e industriales	281 a 284, 289	
15 Productos informáticos, electrónicos y ópticos	261 a 268	
16 Maquinaria y material eléctrico	271 a 275, 279	
17 Vehículos de motor	291 a 293	
18 Otro material de transporte	301 a 304, 309	
19 Industria del mueble	310	
20 Otras industrias manufactureras	321 a 325, 329	

Nota: (*) CNAE es la Clasificación Nacional de Actividades Económicas, con base 2009

Fuente: Nota Metodológica de la ESEE. Elaboración propia.

Tabla A3: Distribución de empresas por sectores y por periodo.

Sector Industrial	Período		
	1998-2001	2002-2007	2008-2010
1	3%	3%	3%
2	10%	9%	10%
3	2%	2%	2%
4	10%	9%	7%
5	4%	3%	2%
6	2%	3%	4%
7	3%	3%	3%
8	5%	6%	5%
9	7%	6%	7%
10	5%	6%	5%
11	7%	7%	8%
12	3%	3%	3%
13	10%	12%	13%
14	6%	6%	6%
15	3%	3%	2%
16	6%	5%	4%
17	5%	5%	5%
18	3%	2%	2%
19	5%	5%	5%
20	3%	2%	2%

Fuente: Datos de la ESEE. Elaboración propia

ÚLTIMOS TÍTULOS PUBLICADOS

Para el listado completo de las publicaciones véanse:
<https://www.ucm.es/iaif/documentos-en-texto-completo-del-instituto>

- 72.- *El coste económico de la violencia terrorista..* Mikel Buesa (2009).
- 73.- *El sistema neerlandés de innovación.* Joost Heijs y Javier Saiz Briones (2009).
- 74.- *Actualización del recuento estadístico de las actividades terroristas de ETA y de la política antiterrorista.* Mikel Buesa (2010).
- 75.- *Actividades terroristas de ETA y de la política antiterrorista en el primer semestre de 2010.* Mikel Buesa (2010).
- 76.- *Relaciones industria - ciencia: Importancia, conceptos básicos y factores de éxito.* Joost Heijs y Leticia Jiménez (2010);
- 77.- *An inventory of obstacles, challenges, weaknesses of the innovation system and of the objectives and trends of R&D and innovation policies in selected European countries.* Joost Heijs (2010).
- 78.- *¿Reinsertar a los presos de ETA? Una crítica de la política penitenciaria española.* Mikel Buesa (2010).
- 79.- *Actividades terroristas de ETA y la política antiterrorista en el segundo semestre de 2010.* Mikel Buesa (2011).
- 80.- *La capacidad innovadora como determinante del aprendizaje.* Joost Heijs (2011).
- 81.- *Dismantling terrorist´s economics – the case of ETA.* Mikel Buesa y Thomas Baumert (2012)
- 82.- *Actividades terroristas de ETA y de la política antiterrorista en el año 2011.* Mikel Buesa (2012).
- 83.- *Los presos de ETA y el juego de la gallina.* Cátedra de Economía del Terrorismo (2012).
- 84.- *Calidad de las universidades: un índice sintético.* Mikel Buesa, Joost Heijs y Raquel Velez (2012).
- 85.- *Terrorism as a strategic challenge for business: Crisis management in the German rail travel industry.* Cátedra de Economía del Terrorismo. Sabine Tomasco & Thomas Baumert (2012).
- 86.- *Impacto de la innovación sobre el empleo y el mercado laboral: efectos cualitativos y cuantitativos.* Joost Heijs (2012)
- 87.- *ETA: Estadística de actividades terroristas - Edición 2012.* Cátedra de Economía del Terrorismo. Mikel Buesa (2013).

- 88.- *The impact of terrorism on stock markets: The boston bombing experience in comparison with previous terrorist events*. Cátedra de Economía del Terrorismo. Thomas Baumert, Mikel Buesa, Timothy Lynch (2013).
- 89.- *Nota de prensa*. Cátedra de Economía del Terrorismo, 2013.
- 90.- *Eficiencia de los sistemas regionales de innovación en la Unión Europea*. Mikel Buesa, Joost Heijs, Thomas Baumert, María Álvarez, Omar Kahwash (2013).
- 91.- *Resistencia Gallega: Una organización terrorista emergente*. Cátedra de Economía del Terrorismo. Mikel Buesa (2013).
- 92.- *¿Cómo se relacionan la paz y la seguridad con la crisis económica?* Cátedra de Economía del Terrorismo. Aurelia Valiño (2013).
- 93.- *Calidad universitaria, un ranking por áreas de conocimiento*. Raquel Velez Pascual, M^a Covadonga de la Iglesia Villasol (2013).
- 94.- *The inertia of the systemic failures: the case of Spain*. Joost Heijs (2014).
- 95.- *Eficiencia en los sistemas regionales de innovación europeo*. Maria Álvarez Gonzalez, Mikel Buesa, Joost Heijs Y Thomas Baumert (2014).
- 96.- *Eficiencia en los sistemas regionales de innovación españoles*. Araya Ortega Dominguez, Miguel Buesa Blanco, Joost Heijs, Thomas Baumert, Maria Álvarez Gonzalez, Mikel Buesa Blanco (2015).
- 97.- *El impacto de las innovaciones de producto y de proceso sobre el empleo industrial*. Joost Heijs, Gabriel Marques Moles, M^a Covadonga De La Iglesia Villasol (2015)
- 98.- *Herramientas económicas y secesión. Un enfoque heurístico para el caso catalán*. Juan Manuel Sánchez Cartas, M^a Covadonga de la Iglesia Villasol, Mikel Buesa Blanco, Joost Heijs (2015).

Normas de edición para el envío de trabajos:

Texto: Word para Windows
 Tipo de letra del texto: Times New Roman 12 Normal
 Espaciado interlineal: Sencillo
 Tipo de letra de las notas de pie de página: Times New Roman 10 Normal
 Numeración de páginas: Inferior centro
 Cuadros y gráficos a gusto del autor indicando programas utilizados
 En la página 1, dentro de un recuadro sencillo, debe figurar el título (en negrilla y mayúsculas), autor (en negrilla y mayúsculas) e institución a la que pertenece el autor (en letra normal y minúsculas)
 En la primera página del trabajo, se deberá incluir un Resumen en español e inglés (15 líneas máximo), acompañado de palabras clave
 Los trabajos habrán de ser enviados en papel y en soporte magnético a la dirección del Instituto de Análisis Industrial y Financiero.

Para el listado completo de las publicaciones véanse:

<https://www.ucm.es/iaif/documentos-en-texto-completo-del-instituto>

El IAIF es un Instituto Complutense de Investigación con más de 20 años de experiencia en la investigación en el campo de la Economía de Innovación. El IAIF desarrolla su actividad bajo la dirección de los profesores Mikel Buesa y Joost Heijs y cuenta con diversas líneas de investigación como:

- Medición de sistemas nacionales y regionales de innovación
- Análisis, diseño y evaluación de políticas de I+D
- Eficiencia de la I+D+i en empresas y a nivel regional
- Innovación, crecimiento y competitividad
- Innovación e internacionalización
-

Durante este periodo el IAIF y sus miembros han colaborado con los Institutos de Investigación y Organismos Nacionales e Internacionales más importantes de Europa y en América Latina, como:

- Science and Policy Research Unit (SPRU) de la Universidad de Sussex (Inglaterra)
- Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI (Karlsruhe-Alemania)
- Instituto de Investigaciones Económicas (UNAM – México).
- Comisión Europea (DG of Regional and Urban Policies; DG of Research and Innovation)
- Institute for Prospective Technological Studies (IPTS) en Sevilla
- Fundación Española de Ciencia y Tecnología (FECYT)
- Centro de Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI)
- Diversos ministerios Españoles (MICINN, MINECO, MEC) y gobiernos regionales (Madrid, País Vasco, La Rioja; Galicia y Andalucía)

Innovaciones institucionales, comercio y de organización		
Medicina	Transporte	Energía Química
Nuevos materiales	Información y Comunicaciones	Producto o sistema productivo

Prehistoria - Paleolítico	AC 600.000
Hachas de mano	AC10.000
Fuego por mantenimiento	AC 250.000
Puntas de lanza	AC 200.000
Crear fuego	AC 200.000
Arco y flechas	AC 60.000
Lámparas de aceite	AC 30.000
Prehistoria – Mesolítico	AC 20.000
Barco de remos	AC 10.000
Cerámica	AC 5.000
Hilado con Rueca	AC 7.500
Hierro	AC7.000
Prehistoria – Neolítico	AC 7.000
Casas de adobe y ladrillo	AC 6000
Ganadería	AC 5.000
Piedra de Moler	AC 3.000
Cristal	AC 5.000
Alfiler (Egipto)	AC 3.000
Cosmética	AC 4.000
Clavo	AC3.700
Papel/Papiros	AC 3.500
Rueda con eje	AC 3.500
Escritura (jeroglíficos)	AC 3.500
Bronce (Mesopotamia)	AC 3.000
Barco de vela	AC 3.000
Brújula	AC 3.000
Edad antigua- Edades	AC 3.000
Del Bronce y del Hierro	DC 300
Ábaco (Asia menor)	AC 2.700
Estandarización medidas y pesos	AC 2.630
Pergamino	AC 2.650
Alfabeto (Francia)	AC 2.650
Hiladora de lana (China)	AC 1.700
Acero (India y Oriente)	AC 1.000
Monedas (Libia-Asia)	AC1.000
Molino (Grecia)	AC 620
Horse shoe (Roma)	AC 85
Compás (Roma)	DC 100
Papel (China)	DC 100
Edad Media	DC 200
Ajedrez (India)	DC 300
Molino de viento	DC 1.500
Xilografía	DC 600
Cámara oscura (China)	DC 650
Imprenta de libros (China)	DC 740
Pólvora (China)	DC 950
Esclusa	DC 950
Brújula (China-Arabia)	DC983
Rueca (Europa)	DC 1.090
Hojalata (Bohemia)	DC 1.100
Cañón (China)	DC 1.250
Gafas (Italia)	DC 1.280
Imprentas tipos móviles (Alemania Gutenberg)	DC 1.286
Edad Moderna	DC 1.450
Tapón de corcho	DC 1.500
Lápiz	DC1.770
Microscopio Telescopio	DC 1.530
Termómetro	DC 1.565
	DC 1.590
	DC 1.592